RAZzies

Maandblad van de Radio Amateurs Zoetermeer



November 2020

Met in dit nummer:

- Knutselen met Kids voor Kerst
- 12V regeneratieve ontvanger met buizen
- Opa Vonk: Pro's en Con's van Baluns
- Hoe ik een WSPR zender bouwde - 3
- PA3CNO's Blog
- Afdelingsnieuws

Colofon

RAZzies is een uitgave van de Radio Amateurs Zoetermeer. Bijeenkomsten van de Radio Amateurs Zoetermeer vinden plaats op elke tweede en vierde woensdag van de maanden september - juni om 20:00 uur in het clubhuis van de Midgetgolfclub Zoetermeer in het Vernède sportpark in Zoetermeer.

Website:

http://www.pi4raz.nl

Redactie:

Frank Waarsenburg
PA3CNO
pa3cno@pi4raz.nl

Eindredactie:

Robert de Kok
PA2RDK
pa2rdk@pi4raz.nl

Informatie:

info@pi4raz.nl

Kopij en op- of aanmerkingen kunnen verstuurd worden naar razzies@pi4raz.nl

Nieuwsbrief:

http://pi4raz.nl/maillist/subscribe.php

Van de redactie

Grappig om te zien dat verschillende mensen op hetzelfde moment tot eenzelfde soort idee kunnen komen. Van de week plofte de Electron op de mat en er stond zowaar weer eens een schema in: van een rechtuit ontvanger met buizen. Nou was ik al de hele maand aan het ploeteren om deze RAZzies weer vol te krijgen en een van de leuke ideeën die ik had was....: een super-regeneratieve ontvanger met buizen. Weliswaar op 12V en met batterij buisjes, maar toch. In het verleden zijn diverse uitvindingen op enig moment wel geclaimd door verschillende uitvinders die op ongeveer hetzelfde tijdstip tot eenzelfde idee kwamen. Ik heb dat nog wel eens in twijfel getrokken, met het idee dat ondanks het gebrek aan internet in die tijd (ja, ooit konden we zonder) er toch wel communicatie op wetenschappelijk niveau plaatsvond middels congressen en uitwisseling van lectuur, o.a. via belangengroepen en dergelijke (te vergelijken met een radioclub, HI). Maar ik heb toch echt geen contact gehad met Thieu Mandos NL199. Misschien moet ik mijn vooroordeel over het stelen van uitvindingen toch maar bijstellen met deze ervaring die leert dat het best zo kan zijn dat twee mensen op hetzelfde moment op hetzelfde idee komen. Ik heb het artikel er niet op het laatste moment uitgehaald. Het biedt voldoende aanknopingspunten om ermee aan de gang te gaan, dus laat ik het maar zo.

Knutselen met Kids voor Kerst

Inmiddels is het traditie dat we in de maand voor kerst iets publiceren wat je met de (klein)kinderen kunt maken. Nou is er een grens aan het aantal dingen die je kunt bedenken qua elektronica dat door een kind nog te behappen is, en sommigen zijn ook nog een beetje te klein om een soldeerbout te hanteren. Dit jaar daarom wat meer diversiteit in de knutsels: iets wat je met de wat kleinere kinderen kunt doen, en iets voor de wat ouderen. Beginnen we met de allerkleinsten.

Uiteraard kan je je uitleven op schakelingen die met veel componenten uiteindelijk een flikkereffect opleveren waarmee een LED een flakkerend kaarsvlammetje simuleert. Vorig jaar had ik zoiets gepubliceerd. Het werkt, maar je hebt een breadboard met 555's nodig en dat is nu niet bepaald in een kwartiertje in elkaar te zetten. De spanningsboog van vooral kleine kinderen is nog niet zo groot, zoals ik vorig jaar ondervond toen ik met de kleinkinderen van toen 4, 6 en 8 jaar een Ali-kerstboompje in elkaar soldeerde. Die eerste paar LEDs vinden ze nog wel leuk, maar als je naar de 39 moet dan hou je de aandacht gewoon niet meer vast. Daarnaast ben je een hoop geld kwijt aan onderdelen die je uiteraard net niet op voorraad hebt en waarop je een week of wat moet wachten naast de exorbitante bestelkosten omdat je

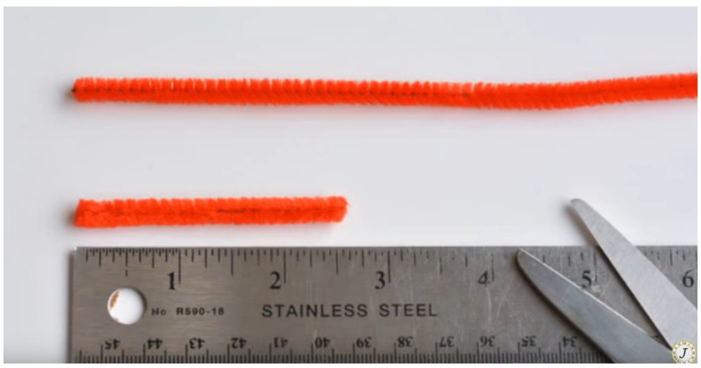
niet aan het minimum orderbedrag van een elektronica webshop komt. Dus dit jaar vond ik wat anders.

Bij de meeste kerstshows (de Driesprong hier in Zoetermeer opende de kerstmarkt op 3 oktober!), supermarkten, bouwmarkten en tuincentra vind je in deze tijd voor weinig van die blister-verpakkingen met elektronische thee-lichtjes. Daar kan je hele leuke dingen van maken. Afhankelijk van het gekozen onderwerp heb je een Edding marker nodig (kantoor-boekhandel), wat vilt in de gewenste kleuren, eventueel gekleurde pijpenragers en/of gekleurd lint (ook kerstmarkt).

Voor een sneeuwman begin je met een van de theelichten van ogen en een mond te voorzien, als ware het kooltjes:



Daarna knip je een paar stukjes gekleurde pijpenrager op maat:



Vervolgens plak je die met wat hot-glue over het hoofd van de sneeuwman. Hot-glue pistolen kosten ongeveer 5 euro als je er nog niet een hebt en ze zijn heel makkelijk, maar pas wel op met kinderen. De naam zegt het al: ze zijn heet.



Aan het uiteinde van die pijpenragers kan je van die bolletjes plakken zodat ze op oorwarmers lijken. Zo wordt het al heel wat, toch?



Van een stukje kerstlint maak je een das. Streepje hot-glue aan de bovenkant om 'm aan de sneeuwman te bevestigen:



Om 'm op te kunnen hangen, steek je een dun stuk lint onder de pijpenrager door. Door daar een lus van te maken, kan je de sneeuwman ophangen. Hoe dat in zijn werk gaat, zie je op de volgende bladzijde:



Voor zover deze nog niet oranje genoeg is, kan je met een oranje viltstift de "neus" van de sneeuwman nog wat meer op een winterpeen laten lijken.



Deze uitvoering van een sneeuwman is maar één van de mogelijkheden. Gebruik vooral je eigen fantasie en de materialen die je hebt of kunt krijgen. Een beetje stad heeft nog wel ergens een crea-shop waar je vilt, gekleurde pijpenragers en ander knutselspul kunt krijgen. En anders heb je nog tijd genoeg om het bij een webshop te bestellen. Voor de wat minder creatieve geesten onder ons staan hier rechts boven nog wat ideeën: nog twee verschillende uitvoeringen van een sneeuwman, een pinguin en een rendier. Deze laatste is voornamelijk opgebouwd uit bruin vilt dat op het theelicht is geplakt, en ook is nog goed te zien dat de neus rood gemaakt is om Rudolph zijn verplichte kleur te geven. Het gewei is hier gemaakt van bruine pijpenragers die tegen het theelicht geplakt zijn. Daarnaast zijn er wat meer "echte" oogjes op geplakt. Ik zou zeggen: stuur eens



wat foto's van jouw creaties naar info@pi4raz.nl zodat we volgend jaar misschien nog wel meer fraaie creaties kunnen laten zien die je kunt maken van een paar goedkope theelichten.

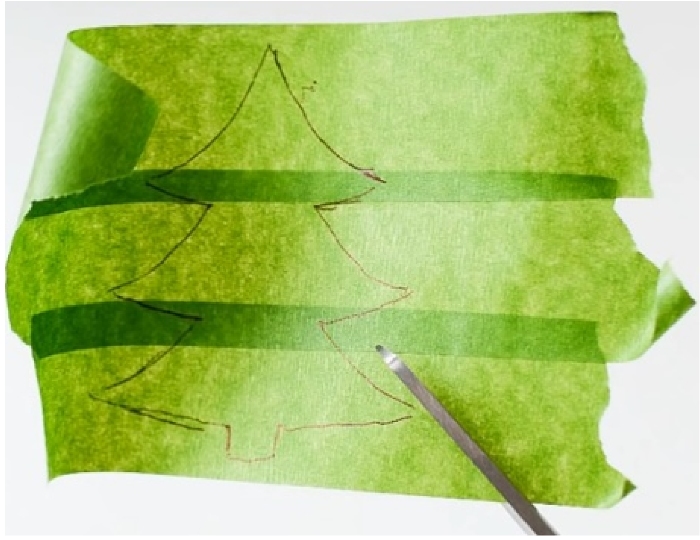
Nog eentje dan, die je óf met zo'n blistertheelicht óf met eigen ontwerp kunt uitrusten: men neme een jampot of groentepot (zijn wat groter). Organiseer ergens wat schilderstape en plak een paar stroken over elkaar zodat je een wat groter vlak krijgt. Schilderstape heeft het voordeel dat het wel plakt, maar ook weer redelijk makkelijk te verwijderen is. Zie de afbeelding op de volgende bladzijde. Daarna een vorm van b.v. een kerstboom op de tape leggen en deze omtrekken met een potlood of pen. Na het omtrekken kan je de gekozen vorm (in dit geval een kerstboompje) uitknippen, en op het potje naar keuze plakken. Deze daarna schilderen met een plakkaatverf, en als de zaak droog is het schilderstape er weer afpulken. Zie de foto's voor het gewenste resultaat.



1. Eerst een paar stroken schilderstape over elkaar plakken op een stuk karton o.i.d.



2, Het uitgeknipte model erop leggen en omtrekken met potlood of pen

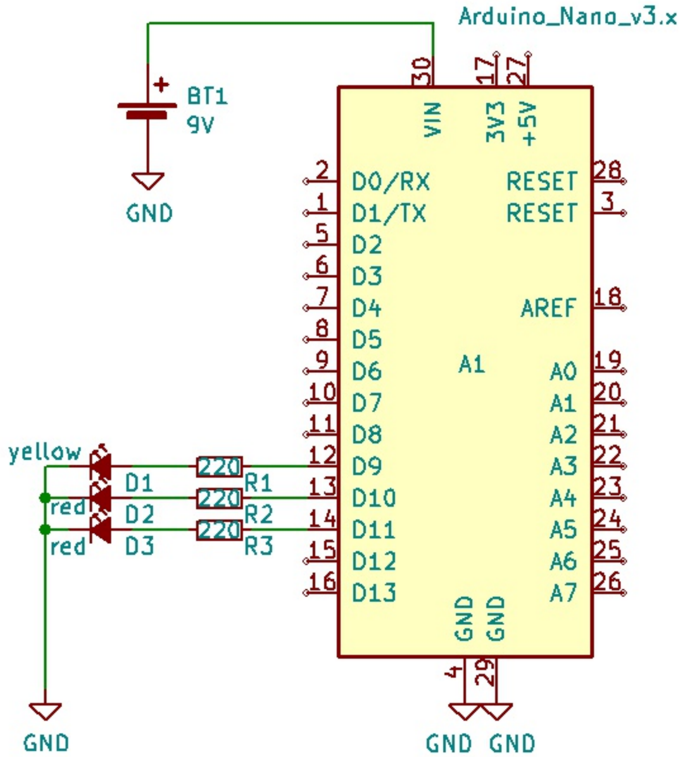


3. Het getekende model uitknippen langs de lijntjes



4. Dit vervolgens op het gekozen potje plakken





Uiteindelijk een laag kunstsneeuw in het potje doen zodat de kaars of het blistertheelicht netjes voor het raam staat. Maar waar blijft nou de elektronica? Voor de die-hards heb ik dan toch nog een schakelingetje om te bouwen. Meestal vermijd ik microprocessoren omdat het voor kinderen (en voor veel volwassenen ook trouwens) een soort blackboxen zijn waarvan je niet weet wat ze doen. Programmeren is nogal abstract en niet iedereen kan of wil het. Maar er is een grens aan wat je kunt doen met discrete componenten. Een Arduino Nano kost nog geen twee dollar bij Ali en zelfs als je er een bij de gerenommeerde onderdelenzaken in Nederland bestelt ben je nog steeds goedkoper uit dan handen vol discrete componenten. Dit jaar dus een Arduino kaars. Het originele schema wat ik vond was voor een Arduino Mini en ik wist niet helemaal zeker of een Nano ook zou werken. Dus heb ik 'm zelf even gebouwd op een breadbordje. Het meeste werk was nog de oude onderdelen van een vorig experiment eraf trekken... Desondanks zat de schakeling binnen 10 minuten in elkaar. Het schema zie je hier rechts boven. Er worden drie bij elkaar gebonden LEDs gebruikt, in het voorbeeld twee rode en een gele, om het juiste vuur-effect te krijgen. Maar kies dat vooral zelf. Drie gele doen het ook prima. Waarom de uitgangen D9, D10 en D11 gebruiken? Omdat dat PWM uitgangen zijn; Pulsbreedte modulatie. Daarmee kan een digitaal ding als een CPU een schijnbaar analoog signaal maken door de breedte van de puls op de uitgang te wijzigen. Ons oog is te traag om dat schakelen te volgen en ziet alleen de helderheid veranderen. In de sketch zijn feitelijk twee functies opgenomen: flicker() en breath(). Flicker doet wat de naam zegt: het stuurt steeds random getallen naar de uitgangen van de LEDs waardoor het effect van een flakkerende vlam ontstaat. De Breath functie laat de lichtsterkte langzaam oplopen en weer afnemen. Je kiest het effect door de desbetreffende functie aan te roepen in de loop() functie. In de sketch wordt standaard de flicker() routine gebruikt. Er zijn overigens nog genoeg vrije poorten op de Arduino om met een schakelaar of jumper de keuze voor het gewenste effect te kunnen maken. Wat dat betreft is dit ook voor de zeer onervaren programmeurs een stukje code om zelf eens wat mee te experimenteren. Bijvoorbeeld door met de delays in de flicker() routine te spelen en te kijken wat daar het effect van is. Voordeel van de Nano is dat deze een spanningsregelaar aan boord heeft. Daardoor kan je de Nano voeden met een 9V batterij. Zowel batterij als Nano moeten wel in het potje passen natuurlijk. Veel succes met deze kaars!

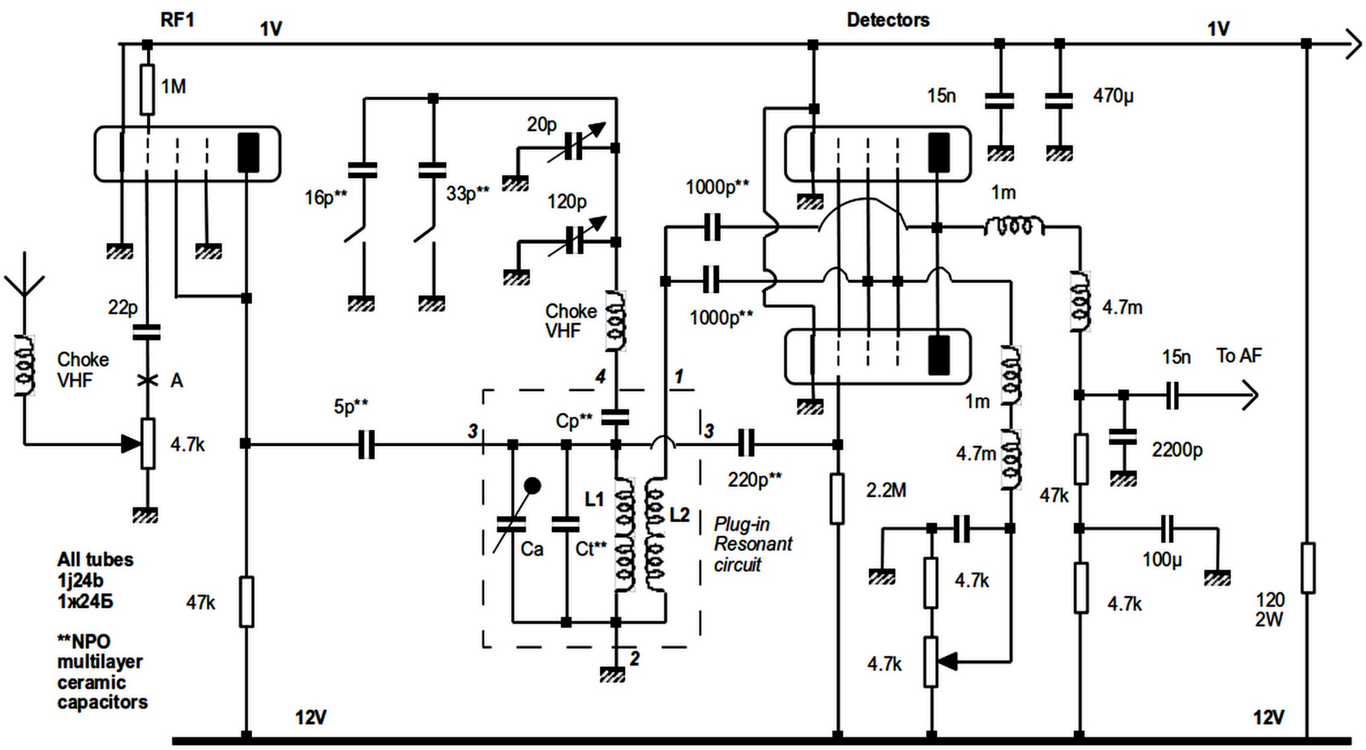
12V regeneratieve ontvanger met buizen

Nou niet meteen afhaken omdat het over buizen gaat. Meestal wordt dan gerefereerd aan minimaal buizen met Noval voeten en soms nog grotere typen. Maar er bestaan ook van die kleine batterij buisjes. Die worden niet in een buisvoet geplaatst zoals de grotere broers, maar hebben aansluitdraden die uit het glas steken. Zo'n Russisch batterijbuisje is de 1J24b. Deze heeft een maximale gloeispanning van 1,4V en de stroom door de gloeidraad is 13mA. Zijn deze buisjes dan nog wel te krijgen? Jawel, ik zag ze op eBay staan: $15 voor 15 stuks. Gek genoeg heeft Reichelt in Duitsland ze gewoon op voorraad voor €4,52 per stuk, maar hoewel het typenummer klopt, klopt er niets van de gegevens in het datablad. Die wijken sterk af van de gegevens van de originele buisjes: zo is de gloeistroom typical 255mA en dat is maar liefst 20x zoveel als van de originele 1J24b... Ik zou ze niet alleen vanwege de kosten maar ook vanwege de afwijkende specificaties dus maar van het internet plukken.

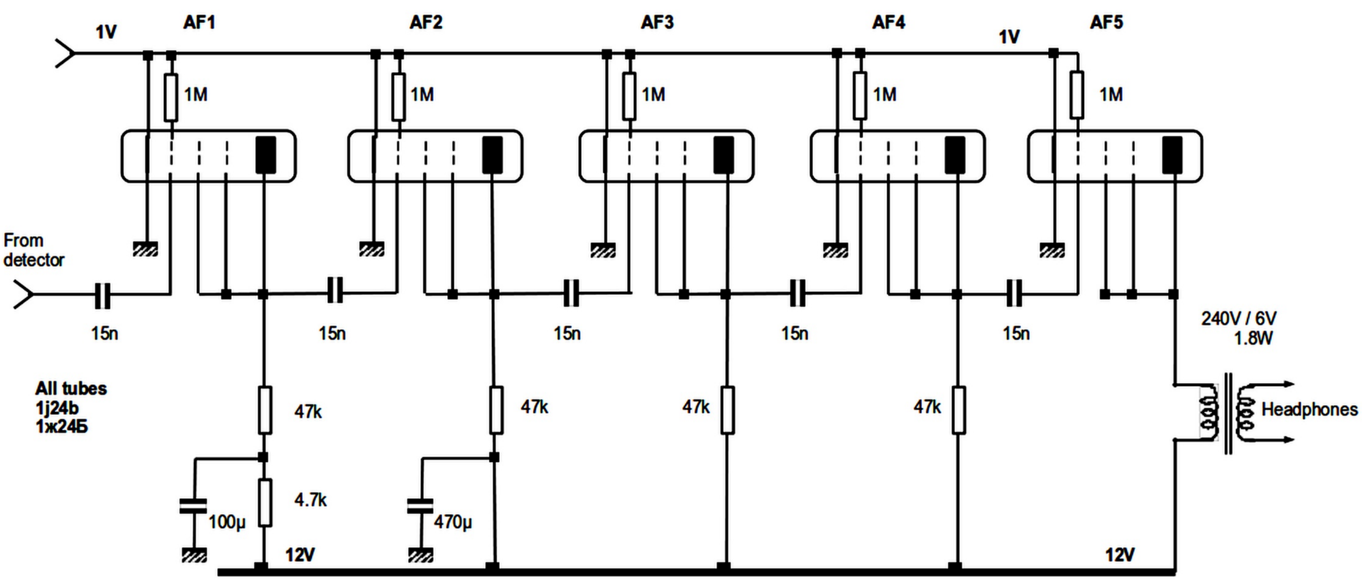


Zoals de titel van dit artikel al aangeeft, is dit een regeneratieve ontvanger. Dat type ontvanger is tegenwoordig niet erg gangbaar meer en daarom zal ik in het kort nog even uitleggen hoe het werkt. Bij een regeneratieve ontvanger wordt een versterkertrap toegepast waarbij een deel van het uitgangssignaal *in fase* teruggekoppeld wordt naar de ingang. Voor versterkerbouwers zal dat vreemd in de oren klinken, want die voeren signalen doorgaans in tegenfase terug naar de ingang om vervorming te verminderen, maar dus niet bij een regeneratieve versterker. Oplettende lezers zullen nu zeggen: Gaat de boel dan niet oscilleren? Als de rondgaande versterking groter dan 1 is wel. Dat is immers de oscilleervoorwaarde: de rondgaande versterking moet groter dan 1 zijn. Die versterking wordt bij een regeneratieve ontvanger instelbaar gemaak zodat deze rond de 1 ingesteld kan worden. Luister je op zo'n ontvanger naar een AM signaal, dan draai je de versterking zóver omhoog dat de versterker nét niet gaat oscilleren. Op dat punt is de versterking van de ontvanger maximaal maar ook de selectiviteit. Wil je naar CW of SSB signalen luisteren, dan moet de ontbrekende draaggolf toegevoegd worden. En dat kan je doen door de versterking zover op te draaien dat de versterker net wél gaat oscilleren. Als je dat doet bij een AM station, dan interfereert de oscillerende versterker met de draaggof van het ontvangen signaal, wat een huiltoon in de hoofdtelefoon of luidspreker tot gevolg heeft. Dat werd vroeger de Mexicaanse Hond genoemd. En als je ontvanger geen buffertrap tussen antenne en de oscillerende versterker had (en vanwege de kosten hadden veel ontvangers in de beginjaren van de radio dat niet) dan werd het signaal van de oscillerende versterkertrap ook nog eens door de antenne uitgestraald, tot grote ergernis van je radioluisterende buurtgenoten...

Tijd om eens naar het schema van de ontvanger te kijken. Deze is uit twee delen opgebouwd: een HF deel en een LF deel. Op de volgende bladzijde zie je het schema van de hele ontvanger, zowel het HF deel als het LF deel. Zoals je ziet, is hier wél voorzien in een buffertrap tussen antenne en de genererende versterkertrap, en wel door de buis linksboven. De HF versterking wordt geregeld met een potmeter van 4k7. Merk op dat er gebruik gemaakt wordt van een 1V rail, die de gloeidraden van spanning voorziet. De gloeidraden moeten eigenlijk 1,2V hebben, maar door 1V toe te passen blijft het stroomverbruik beperkt en de buizen gaan een stuk langer mee. Het stuurrooster van de eerste buis wordt dus positief gezet met een weerstand van 1M naar die 1V rail, in plaats van het gebruikelijke negatief.



HF-deel van de ontvanger



LF deel van de ontvanger

Bij de toegepaste anodespanning van 12V is de versterking van de buisjes erg laag. Om ze boven 10MHz toch nog aan het oscilleren te krijgen, worden er twee parallel gezet om de steilheid te verhogen. Je ziet dat de versterking wordt geregeld door de spanning op de parallelgeschakelde roosters g2 en g3 te variëren met de 4k7 potmeter. Daarmee kan de schakeling in oscilleren gebracht worden. Ook deze constructie is niet helemaal zoals buizenversterkers doorgaans opgebouwd worden: daar wordt meestal g2 (het scherm-rooster) van een positieve spanning voorzien, en g3 (het remrooster) op massa gelegd. Maar hier wordt g3 dus eveneens positief gestuurd, gelijk aan g2. Aan de anode wordt het HF signaal uitgefilterd door de serieschakeling van de 1mH en 4.7mH smoorspoelen en de 2200pF condensator, en het resterende LF wordt vervolgens toegevoerd aan de LF-sectie, waarover later meer.

Kijken we even naar de afstemming. Zoals je ziet zit er aan de ingang geen enkele vorm van filtering, dus is die regelbare verzwakker geen overbodige luxe. De bepaling van de band en de afstemming komt geheel voor rekening van de componenten in het gestippelde vierkantje. Deze componenten worden op een 4-polige DIN plug gesoldeerd, waardoor je op eenvoudige wijze van band kunt veranderen. Condensator Ct brengt de kring ruwweg in resonantie, Ca is een trimmer waarmee je de kring nauwkeuriger in de band brengt. Cp is de "verdunner" voor de 120pF afstemcondensator. De 20pF condensator is de fijnafstemming, en de inschakelbare condensatoren van 16pF en 33pF worden gebruikt om door de band te springen zonder aan de afstemcondensator te moeten komen. Voor de echte luie luisteraars dus... Omdat de afstemcondensator in het prototype geen vertraging had, werd een extra grote knop gebruikt - dat stemt makkelijker af. In het prototype werden 10MΩ weerstanden gebruikt als soldeersteunen, om zo de schakeling op een stuk printplaat op de bouwen. Voor de show kan je de buisjes door de bovenkant van de behuizing laten steken.



De spoelen voor 40m en 80m bestaan uit met PVC geïsoleerd draad (YV kabel) met een buitendiameter van de kabel van 1.1 mm en 0.5 mm voor het koperdraad (0.2 mm²). Deze spoelen worden met dun draad vastgezet aan een stuk $2{,}5^2$ dat aan de massapin (2) van de DIN connector is gesoldeerd. Deze draad is 9 cm lang, de onderste 4 cm is blank gemaakt en de top is 1 cm teruggebogen. Eén kant van spoel L1 is aan het blanke deel van het stuk $2{,}5^2$ gesoldeerd, de andere kant wordt ook over 4 cm blank gemaakt en aan pin 3 van de connector gesoldeerd. Spoel L2 wordt aan de pinnen 1 en pin 2 gesoldeerd. De Ct trimmers worden tussen de draad die naar pin 2 gaat en het blanke stuk $2{,}5^2$ draad gesoldeerd. De Cp condensatoren komen tussen de draden die naar pin 3 en pin 4 gaan.

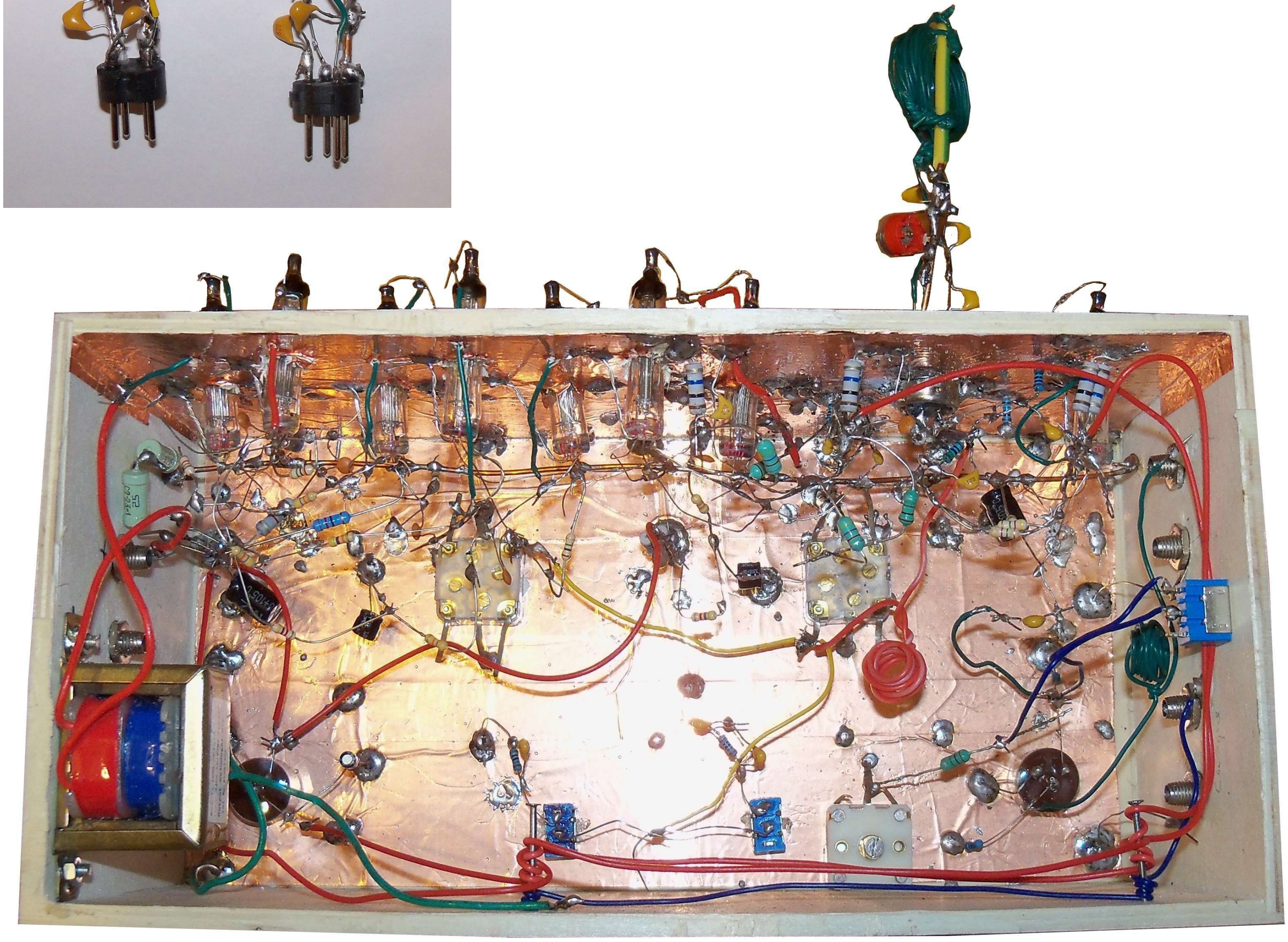
Voor de 15m, 17m en 20m band worden de spoelen gemaakt van 2.5 mm² installatiedraad (L1) en van YV kabel (L2). Met kleine stukjes draad hou je de spoelen bij elkaar. De uiteinden van L1 maak je ongeveer 4 cm lang, gestript en gesoldeerd aan pinnen 2 en 3. De condensatoren Ct worden tussen de draden die naar de pinnen 2 en 3 gaan gesoldeerd, de Cp condensatoren komen tussen pin 3 en pin 4.

Voor de kortegolf (LW) worden miniatuurspoelen gebruikt (waarschijnlijk met kern, anders kom je niet aan voldoende inductie). De diameter van de overige spoelen is 22mm.

	L1	L2	CA	Ct	Cp
LW	4.7 mH	680 µH	/	/	Court/Short circuit
80 m	10	20	80	470+47	Court/Short circuit
40 m	6	12	80	220+47	100
20 m	4	7	80	100+47+47	33
17 m	3	6	80	100+47	18
15 m	3	5	80	100	22

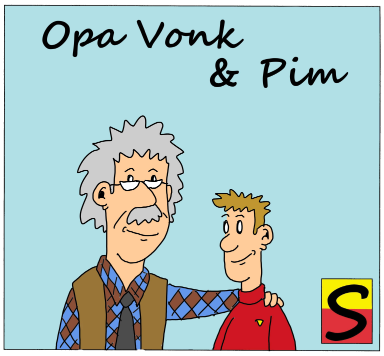


Hierboven de tabel voor de spoelen. Links een praktische uitvoering van de resonantiekringen. En hieronder de opbouw van het prototype. Mocht je de schakeling niet aan het genereren krijgen, dan moet je van één van de spoelen de aansluitingen wisselen. Ik denk dat L2 dan het makkelijkst is. Als de aansluitingen namelijk verkeerd zitten, heb je tegenkoppeling in plaats van meekoppeling en dan werkt het dus niet.



Tot slot het laagfrequent. Zoals ik eerder schreef blijft er van de versterking niet veel over met een anodespanning van 12V. Daarom worden er vijf trappen versterking gebruikt om op een acceptabel laagfrequent niveau te komen. Aan het einde van de keten wordt een 240/6V nettransformatortje van 1,8W als luidspreker transformator gebruikt: de impedantie transformatie bedraagt dan 1600 en daarmee krijg je een hoofdtelefoon nog wel aangestuurd.

Waar de auteur (F5LVG) het niet over heeft, is hoe de 1V gemaakt wordt. Het slechte nieuws is dat vanwege de gloeidraden daar nou net de meeste stroom loopt. Maak je die 1V met een serietransistor, en er loopt inderdaad ongeveer 100mA (8x 13mA) dan stook je met 12V voedingsspanning 1,1W op aan warmte. Je zou een schakelende voeding kunnen gebruiken (Ali verkoopt die dingen voor een paar centen) maar of dat nou zo handig is in een ontvanger... Hier valt nog wel wat te experimenteren. Natuurlijk is dit niet te vergelijken met een moderne SDR, maar het geeft de voldoening van het zelf gebouwd hebben en het gevoel van de echte oude radio's. De combinatie en interactie van het regelen van de verzwakking, het regelen van de terugkoppeling en de afstemming kenmerkt de vaardigheid van de ware radio amateur...

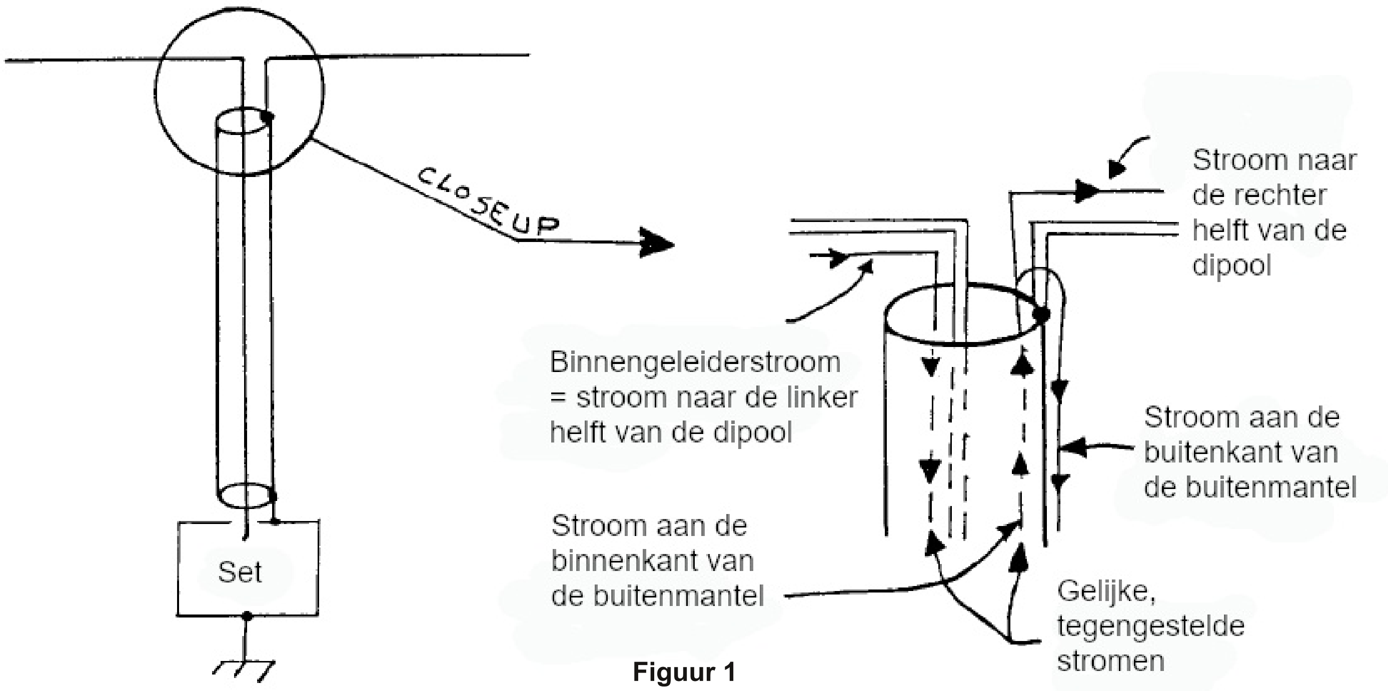


Pim legde zijn Opa Vonk een aantal schema's van verschillende soorten baluns voor, en vroeg: "Wat voor balun zou u maken, Opa?" Opa fronste een wenkbrauw en keek Pim over zijn bril aan. "Ik heb altijd een beetje problemen gehad met baluns, omdat ik nooit zeker wist wat ze zouden doen, laat staan hóé ze het zouden doen. De meeste artikelen behandelen verschillende manieren om baluns te bouwen en te testen, of schrijven over de voordelen van het ene type ten opzichte van het andere, maar bijna nooit een woord over wanneer of waarom een balun nodig is, als die al nodig is. Zoals de meeste amateurs, heb ik wel een aantal keren vast kunnen stellen dat een balun enig effect had op een antennesysteem, maar wanneer dat het geval was, was het effect niet altijd even goed! Het keerpunt kwam toen ik probeerde de resonantiefrequentie van een gevouwen dipool te meten via een coaxiale lijn met een lengte van één golflengte. De dip van de meetbrug varieerde enorm als ik mijn hand rond de coaxkabel bewoog, of als ik de coax of meetbrug verplaatste. Een snel in elkaar gezette balun die in het midden van de dipool werd geïnstalleerd, loste het probleem op. Maar waarom?

Dit leidde me tot een onderzoek naar hoe baluns zouden moeten werken en welke problemen ze zouden moeten oplossen. Een verrassende conclusie die ik uit mijn onderzoek haalde, is dat een populair type balun, mits goed ontworpen en toegepast in een antennesysteem, niet altijd de problemen oplost die baluns verondersteld worden op te lossen. Andere resultaten gaven aan dat het type voedingslijn (gebalanceerd of ongebalanceerd) weinig te maken heeft met hoe goed een systeem gebalanceerd is. Om de theoretische resultaten te verifiëren of te weerleggen, werden verschillende experimenten zorgvuldig opgezet en uitgevoerd, en de gegevens geanalyseerd. Het resultaat is een veel beter beeld van de werking van baluns in antennesystemen, en enkele duidelijke "do's" en "don'ts" met betrekking tot hun gebruik.

Welke problemen zouden Baluns op moeten lossen?

Baluns lossen meestal problemen op die worden veroorzaakt door een onbalans. Een onbalans van wat? Om deze vraag te beantwoorden, moeten we kijken naar hoe de stroom zich verdeelt in transmissielijnen.



Figuur 1

In een coaxkabel zijn de stromen in de binnenste geleider en de binnenkant van de buitenmantel gelijk en tegengesteld. Dit komt omdat de velden van de twee stromen veroordeeld zijn tot dezelfde besloten ruimte. Bij aanwezigheid van skin effect vloeit er aan de buitenkant van de buitenmantel een andere stroom dan aan de binnenkant. De stroom aan de buitenkant, als die maar groot genoeg is, zorgt ervoor dat de voedingslijn werkt als een antenne, die een veld uitstraalt dat evenredig is met deze stroom.

Een lintlijn heeft vergelijkbare eigenschappen, ondanks dat hij fysiek verschilt van de coax. Omdat de lintlijn fysiek symmetrisch is, is de straling van de lintlijn minimaal als de stromen die door de geleiders vloeien gelijk en tegengesteld zijn (aangenomen dat de afstand tussen de geleiders erg klein is ten opzichte van de golflengte). Verschillende factoren kunnen er echter voor zorgen dat de stromen in de twee geleiders uit balans zijn, dat wil zeggen anders dan gelijk en tegengesteld. Als dit gebeurt, straalt de symmetrische voedingslijn net zo hard als een coaxkabel die stroom voert aan de buitenkant van de buitenmantel. Dit gebeurt niet als de componenten van de stromen in de twee geleiders die gelijk en tegengesteld zijn, velden creëren die elkaar opheffen. Maar het veld van alle resterende componenten in beide geleiders veroorzaakt dus straling! De stroom aan de buitenkant van de coaxiale afscherming, of de antennestroom op de lintlijn, wordt de onbalansstroom genoemd: die wordt veroorzaakt door dezelfde dingen en produceert dezelfde effecten. Onbalansstroom, op beide soorten voedingslijnen, is de oorzaak van een aantal ongewenste effecten:

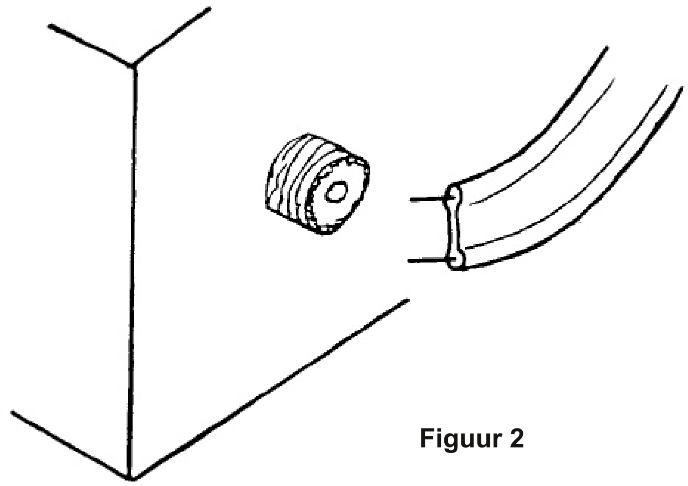
- vervorming van het stralingspatroon (veroorzaakt door de voedingslijnstraling die bijdraagt aan het door de antenne uitgestraalde veld, of door ongelijke stromen in de antennehelften)
- TVI (straling van een voedingslijn die instraalt op televisietoestellen in de buurt, huisbedrading, enzovoort)
- HF in de shack (veroorzaakt door een "hete" straler - de voedingslijn - die door de shack loopt)

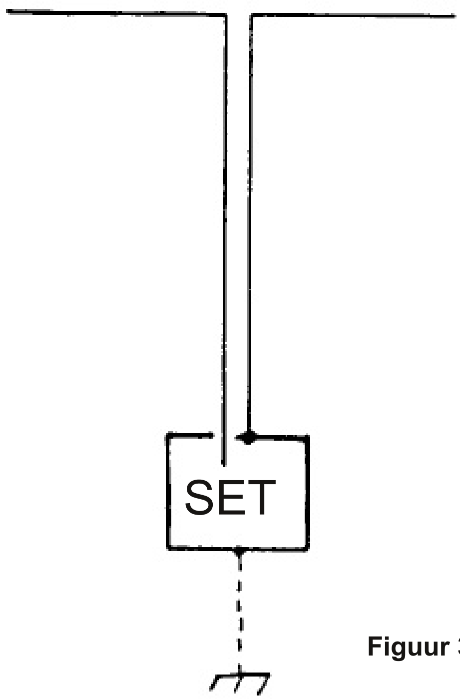
Als je wel eens artikelen over baluns hebt gelezen, zul je dit herkennen als precies de problemen die baluns zouden moeten oplossen. Wat meestal niet zo duidelijk is, is dat ze allemaal worden veroorzaakt door stroomonbalans, op de coax- of lint-voedingslijn. Als de onbalansstroom sowieso erg klein is, is een balun helemaal niet nodig. Je zou kunnen zeggen dat een goed ontworpen balun het probleem wat je ervaart, niet zal oplossen.

Wat veroorzaakt onbalans in een systeem?

Wanneer een gebalanceerde antenne wordt gevoed met coaxkabel (Fig.1) dan lijkt de buitenkant van de afscherming een extra, afzonderlijke geleider die is aangesloten op de rechterkant van de antenne bij het voedingspunt. De stroom die tegengesteld is aan de stroom die via de binnenader van de coax toegevoerd wordt, vloeit deels terug naar de rechter helft van de dipool en deels langs de buitenkant van de buitenmantel. Het deel van de stroom dat in beide richtingen vloeit, wordt bepaald door de relatieve impedanties van de twee paden. De stroom aan de buitenkant is het grootst wanneer de totale effectieve lengte van het pad langs de buitenkant van de coaxkabel van de antenne naar aarde een geheel aantal halve golflengten is, aangezien de impedantie van het ongewenste pad dan als relatief laag gepresenteerd wordt aan het voedingspunt. Als de voedingslijn in de praktijk een oneven aantal kwart golflengten verwijderd is van de werkelijke aarde, heeft deze een maximale spanning en kan deze heet zijn. Aan de andere kant zijn er andere combinaties van lengtes waarvoor de onbalansstroom te verwaarlozen zal zijn - gevallen waarin een balun geen merkbaar verschil maakt.

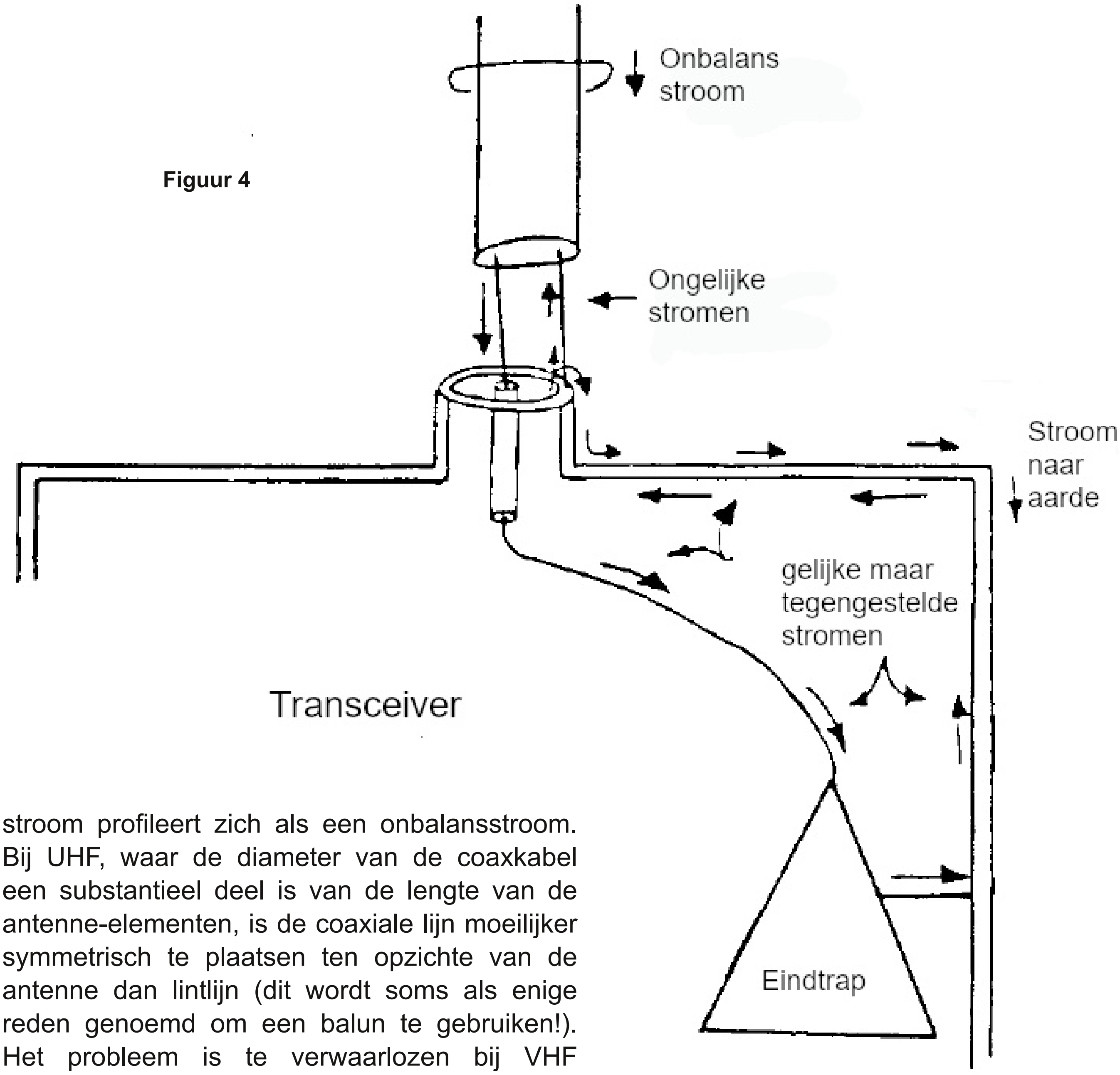
De voor de hand liggende oplossing voor dit probleem is om de gebalanceerde antenne te voeden met een gebalanceerde voedingslijn - lintlijn. Dit lost het probleem netjes op, totdat je het probleem tegenkomt dat de meesten van ons vandaag hebben, zoals getekend in Fig. 2. Stel dat we inderdaad lintlijn nemen en de lijn aansluitend zoals schematisch weergegeven in Fig.3. Als de set volledig geïsoleerd zou kunnen worden van aarde, zouden de stromen in de geleiders van de voedingslijn gelijk en tegengesteld zijn, net zoals bij het gebruik van coaxkabels; de onbalansstroom zou nul zijn, en de voedingslijn zou niet uitstralen. Wanneer we de set echter met aarde verbinden, zoals weergegeven door de stippellijn, hebben we opnieuw een derde geleider aangebracht parallel aan de rechterkant van de voedingslijn, en krijg je hetzelfde probleem als met de coaxkabel (zie Fig. 4). Dus elk type voedingslijn is ongebalanceerd als er vanaf één kant een direct pad naar aarde is, en beide kunnen een gebalanceerde, niet-stralende voedingslijn zijn als de onbalansstroom wordt geëlimineerd.


Figuur 2



Figuur 3

Onbalansstroom kan ook worden veroorzaakt door situaties waarin de twee zijden van de antenne niet precies symmetrisch zijn: koppeling met objecten in de buurt, de hoek ten opzichte van de grond of kleine lengteverschillen van de twee antennehelften. Een andere oorzaak van onbalansstromen is inductie. Staat de voedingslijn niet precies haaks op de antenne, dan wordt er door het veld van de antenne een netto stroom in de voedingslijn opgewekt. Deze

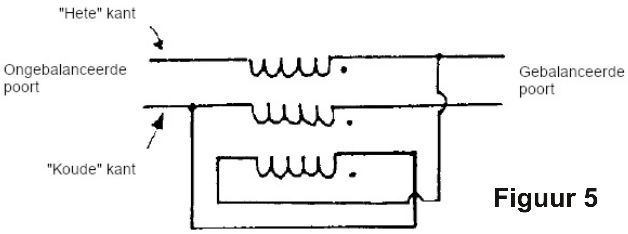


Figuur 4

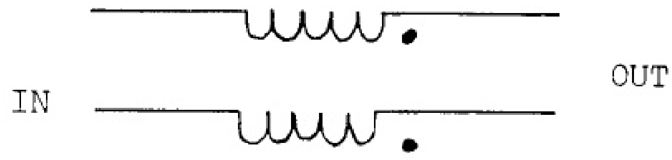
stroom profileert zich als een onbalansstroom. Bij UHF, waar de diameter van de coaxkabel een substantieel deel is van de lengte van de antenne-elementen, is de coaxiale lijn moeilijker symmetrisch te plaatsen ten opzichte van de antenne dan lintlijn (dit wordt soms als enige reden genoemd om een balun te gebruiken!). Het probleem is te verwaarlozen bij VHF (behalve misschien bij coaxkabel met een zeer grote diameter) of lager.

Ik zal je vertellen wat baluns doen.

Laten we nog even kijken naar wat we willen dat een balun doet: ervoor zorgen dat de stromen in de voedingsgeleiders gelijk zijn in grootte en tegengesteld in fase, wat resulteert in een onbalansstroom van nul. Hoe goed doen de populaire balun-typen dit? Eén type balun staat bekend als een transformatortype balun - of balun met een tertiaire wikkeling (figuur 5). Dit type wordt vaak gebruikt voor het leveren van enkelvoudige naar differentiële conversie voor het aansturen van gebalanceerde mixers, push-pull versterkers, enzovoort. Deze lijkt geschikt voor ons doel. Een analyse van de werking laat zien dat deze balun inderdaad een ongebalanceerde naar gebalanceerde conversie uitvoert. De spanningen op de gebalanceerde poort worden gedwongen gelijk en tegengesteld in fase te zijn ten opzichte van de koude kant van de ongebalanceerde poort. Het gebruik van dit soort balun zal dus het probleem van stroom die aan de buitenkant van een lijn loopt, alleen elimineren **als de antenne perfect in balans is**. Je wint er niets mee door de spanningen van de twee antennehelften, al dan niet gebalanceerd, gelijk en tegengesteld te laten zijn ten opzichte



Figuur 5



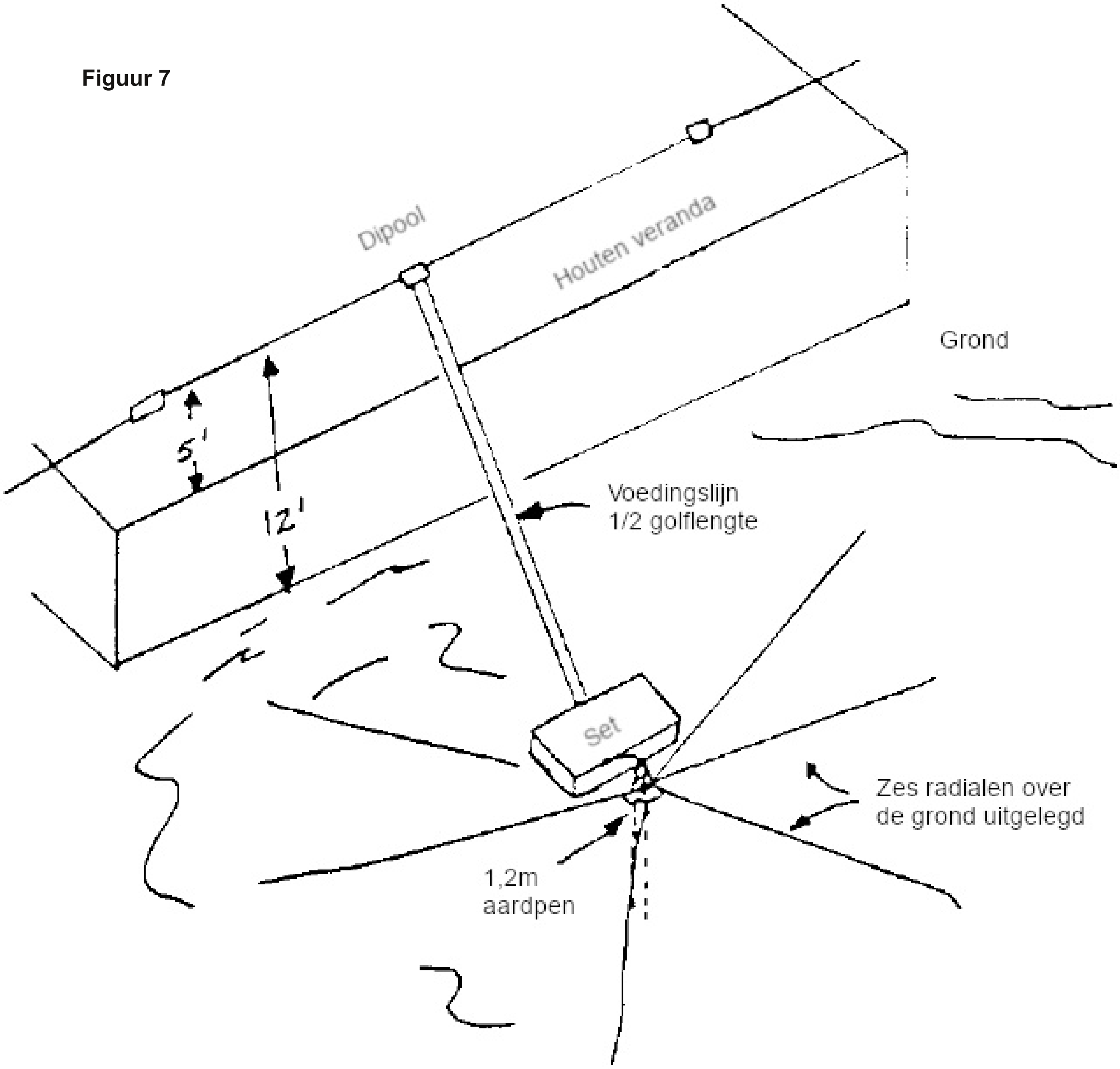
Figuur 6

van de koude kant van de balun-ingang (meestal verbonden met de buitenmantel van een coax voedingslijn), aangezien het antenneveld evenredig is met de **stromen in de elementen**, niet met de **spanning op het voedingspunt**. Ik zal dit type balun een spanningsbalun noemen om te benadrukken dat het de uitgangsspanningen gebalanceerd houdt, ongeacht de belastingsimpedantie.

Een ander type balun dat in de literatuur voorkomt, wordt een balun van het smoorspoel-type genoemd (Fig. 6). Deze lijkt op de spanningsbalun, behalve dat de tertiaire wikkeling ontbreekt. Een analyse van beide typen balun laat zien dat het effect van een tertiaire wikkeling niet te onderschatten is. De twee soorten baluns leveren fundamenteel verschillende resultaten op. De spanningsbalun zorgt ervoor dat gelijke en tegengestelde **spanningen** op de gebalanceerde poort verschijnen, ongeacht de belastingsimpedanties, maar het tweede type balun veroorzaakt gelijke en tegengestelde **stromen** op de geleiders bij beide poorten ongeacht de belastingsimpedanties. Om deze reden zal ik dit type balun een stroombalun noemen. Intuïtief produceert de stroombalun het soort effect dat we zouden willen. Wikkel je de stroombalun met lintlijn, dan is deze niets anders dan een bifilaire HF-smoorspoel die elk stroomverschil in de twee geleiders tegen zal werken. Wikkel je de balun met een coaxkabel, dan kan je 'm zien als een HF-smoorspoel die alleen werkt aan de buitenkant van de coax afscherming, waardoor de stroom tot een zeer kleine waarde wordt gereduceerd. Dit is precies de functie die een balun moet vervullen bij gebruik in een antennesysteem. Een stroombalun kan worden gemaakt door een coaxkabel in een spoel te wikkelen, of door elk willekeurig type voedingslijn op een kern te wikkelen of door beide soorten voedingslijnen door ferrietkernen te rijgen. Zelfs als de kwaliteit van de balun middelmatig is, zal dat geen effect hebben op de gewenste eigenschappen van de voedingslijn zelf (impedantie, elektrische lengte, SWR, enzovoort). Een minder dan perfecte spannings-balun kan een gigantisch effect hebben op de impedantie die je ziet aan de ingang, vanwege de tertiaire wikkeling.

Om de theorie aan de praktijk te toetsen heb ik in mijn vakantiehuis eens wat proeven genomen. Ik spande een 10m dipool ongeveer 3,5m boven de grond en ongeveer 1,5m boven de rand van de houten veranda (Fig. 7). Een halve golflengte vanaf het midden van de dipool sloeg ik een 1,20 meter lange staaf in de grond, die volledig verzadigd was met water op het moment dat ik de experimenten uitgevoerde. Om de impedantie van het aardingssysteem verder te verlagen, legde ik zes radialen op de grond rond de aardpen. Ik knipte twee voedingslijnen af op een halve golflengte: een RG-59/U coaxkabel en een 72 ohm lintlijn. Ik hield geen rekening met de verkortingsfactor van de kabels, aangezien het de bedoeling was om de buitenkant van de coaxkabel, of de twee parallelle geleiders van de lintlijn, een elektrische halve golflengte lang te maken. Ik zette een laagvermogen 10 meter zender bij de aardpen en sloot deze op het aardnet aan om als signaalbron te gebruiken. Verder plaatste ik twee stroomsensoren in de dipoolhelften, dicht tegen het voedingspunt. Want aan het einde van een draad kan immers geen stroom lopen. Verder gebruikte ik een derde stroomsensor voor alle voedingslijnmetingen. Een enkele detector werd gebruikt voor alle metingen, en deze werd gekalibreerd voor het bereik van de gebruikte uitgangsniveaus door een

Figuur 7



signaalgenerator en precisie-verzwakker te gebruiken. De resultaten van het experiment zijn gecorrigeerd met de gemeten niet-lineariteit van de detector.

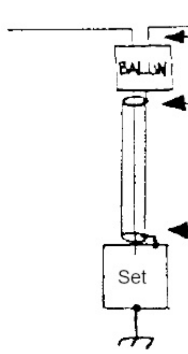
Er is geen poging gedaan om het vermogens-niveau of de impedantiematching constant te houden tussen de verschillende testen. Bij het uitvoeren van een test zonder balun, een stroombalun en een spanningsbalun, was de enige variatie in het systeem het veranderen van de balun. Aanvankelijk was het de bedoeling om de metingen van de antenne-stroom sensor te gebruiken als een maat voor de stroombalans in de antennehelften. Er deed zich echter een geval voor waarbij de antennehelften gelijke stromen lieten zien, maar waarbij een grote onbalansstroom werd gemeten in de voedingslijn bij het antenne-voedingspunt - een schijnbaar onmogelijke combinatie! (De gelijke antennestromen waren zelfs nog meer verdacht omdat er geen balun werd gebruikt en de antenne opzettelijk asymmetrisch was gemaakt voor die test.) Een beetje nadenken leverde het antwoord op. De onbalansstroom wordt gemeten door de toevoerleiding door de ringkern van de stroomsensor te voeren. Samen met de detector meet hij de grootte van de vectorsom van alle stromen die door de ringkern stromen. Elke

antennestroomsensor, inclusief de detector, meet de grootte van de stroom in elke helft van de antenne, op het voedingspunt. Wat er aan de hand moet zijn, is dat de stromen in de dipoolhelften even groot zijn, maar niet 180 graden uit fase. Een check op de stroomsensor-uitgangen met een kwalitatief hoogwaardige tweekanaals oscilloscoop bevestigde de hypothese: de stromen waren 230 graden in plaats van 180 graden uit fase, hoewel ze even groot waren. Wat zou die dipool voor stralingspatroon hebben! Maar dit laat zien hoe misleidend de grootte van de stromen in de helften van de antenne kan zijn bij het beoordelen van balans. Het meten van de onbalansstroom in de voedingslijn op het voedingspunt geeft wel een goede indicatie van de balans van de stromen in de antennehelften. Als de onbalansstroom erg klein is, moeten de stromen in de helften van de antenne bijna even groot zijn en tegengesteld in fase. Een aanzienlijke onbalansstroom geeft daarentegen aan dat niet aan één of beide voorwaarden is voldaan. Meting van de onbalansstroom op de voedingslijn geeft ook aan hoeveel de voedingslijn zal stralen. De onbalansstroom in de set is een maat voor HF in de shack. In de volgende tests werd de grootte van de stroom gemeten in elke geleider, vervolgens werd de grootte van de onbalansstroom gemeten door de volledige voedingslijn door de ringkern van de stroomsensor te leiden. Een van de parameters, balans, werd berekend als volgt:

$$Balans(dB) = \frac{gemiddelde\ van\ de\ stromen\ in\ elke\ geleider}{grootte\ van\ de\ onbalans\ stroom} \quad (1)$$

Experimenten 1 t/m 4 werden uitgevoerd met een normale symmetrische dipool, hoewel de resultaten lieten zien dat er enige asymmetrie aanwezig was. Voor experimenten 5 tot en met 7 werd de dipool opzettelijk asymmetrisch gemaakt door de ene zijde met 12,5cm te verlengen en de andere zijde met dezelfde hoeveelheid in te korten.

Voor experimenten 1 en 5: zie figuur 8 rechts bovenaan de bladzijde.



	exp. 1	exp. 5
geen balun	4.8	0.3
voltage balun	12.7	8.6
current balun	23.9	21.5
geen balun	4.8	0.3
voltage balun	13.6	12.2
current balun	26.4	24.5
geen balun	13.4	10.4
voltage balun	16.5	14.9
current balun	27.1	28.2

Figuur 8. Experimenten 1 en 5

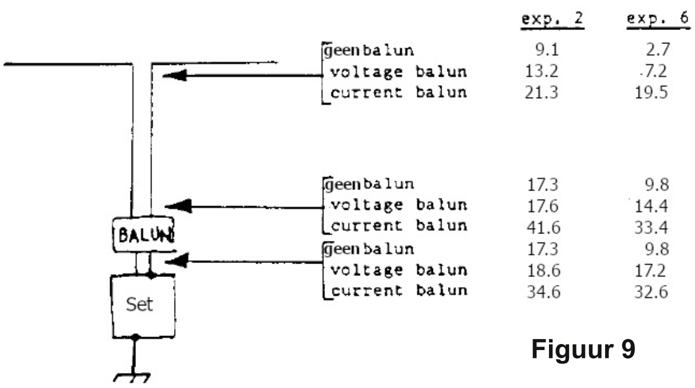
De dipool was symmetrisch voor experiment 1, en asymmetrisch voor experiment 5. Als de dipoolbalans (symmetrie) inderdaad perfect zou zijn voor experiment 1, zouden we verwachten dat de stromen in de helften van de dipool ongebalanceerd zijn, wat resulteert in een onbalansstroom op de voedingslijn. Dit komt doordat de buitenkant van de coaxiale afscherming eruitziet als een geleider parallel aan de helft van de dipool. Ook zou een stroom- of spanningsbalun de onbalansstroom tot nul moeten verminderen. Omdat de voedingslijn symmetrisch is geplaatst ten opzichte van de antenne, mag er geen extra stroom in de voedingslijn worden geïnduceerd, dus de onbalans zou ook vrij klein moeten zijn aan het einde van de lijn wanneer een van beide typen baluns wordt gebruikt. Met de niet-symmetrische dipool (experiment 5), zouden we verwachten dat de spanningsbalun het slechter zou doen dan in experiment 1. We zouden ook verwachten dat de stroom balun ongeveer hetzelfde zou doen, en dat de situatie zonder balun aanzienlijk slechter zou zijn.

De resultaten. In experiment 1 presteerde de spanningsbalun niet zo goed als de stroombalun, wat duidt op enige asymmetrie in de dipool. Bij de gekozen frequentie konden de kleine verschillen in aansluitingen en een lichte afwijking ten opzichte van de horizontale positie van de antenne gemakkelijk deze asymmetrie verklaren. Als er geen balun wordt gebruikt, is een merkwaardig resultaat de veel betere balans aan set kant dan aan de antenne kant van de voedingslijn. Dit kan zijn omdat de voedingslijnen niet precies een effectieve halve golflengte lang waren, of omdat er een draad

van ongeveer 15 cm lang was die de set met het aardsysteem verbond, of omdat de voedingslijn over een korte afstand teruggevouwen was om bij de set wat trekontlasting te bieden. Misschien genereerde het terugvouwen voldoende inductie om een stroombalun of HF-smoorspoel effect te veroorzaken. De betere balans aan de kant van de set is te zien in de resultaten van alle experimenten (hoe hoger de dB's, hoe beter de balans).

Het resultaat zonder balun was slechter met de niet-symmetrische dipool dan met de symmetrische, zoals verwacht, en de stroombalun deed in beide gevallen ongeveer hetzelfde. De spanningsbalun, hoewel iets slechter met de niet-symmetrische antenne, was beter dan verwacht, maar nog steeds zeker veel slechter dan de stroombalun.

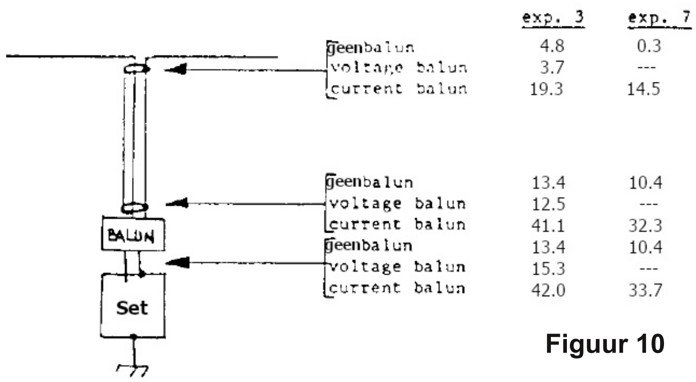
Gaan we verder met experimenten 2 en 6: zie Fig. 9. De dipool was symmetrisch voor experiment 2 en asymmetrisch voor experiment 6. De resultaten van deze experimenten zouden gelijk moeten zijn aan die van experimenten 1 en 5, aangezien de voedingslijn symmetrisch opgesteld is ten opzichte van de antenne om het induceren van stromen in de voedingslijn te voorkomen. Het enige verschil is dat de balun dichter bij de set geplaatst is.



Figuur 9

Het resultaat: de trend is duidelijk dezelfde als bij experimenten 1 en 5; de stroombalun biedt de beste balans, de spanningsbalun is de op één na beste en een voedingslijn zonder balun is het slechtste geval. De balans zonder balun was echter beter in dit experiment (behalve aan de kant van de set met de niet-symmetrische antenne, die ongeveer hetzelfde was), en de balans aan de kant van de set was aanzienlijk beter bij gebruik van de stroombalun. Ik had helaas niet de tijd om aanvullende experimenten uit te voeren om deze verschillen te verklaren, maar dat de stroombalun superieur is voor het bereiken van een goede balancering was wel duidelijk.

Experimenten 3 en 7: zie Fig. 10. De dipool was symmetrisch voor experiment 3 en niet-symmetrisch voor experiment 7. De spanningsbalun was verbonden met de gebalanceerde poort naar de antenne toe. Deze experimenten en experiment 4 werden uitgevoerd om het idee te testen dat coaxkabels en lintlijnen zich op dezelfde manier zouden gedragen, zoals eerder werd beredeneerd. Als dit het geval is, zouden de resultaten van deze experimenten vergelijkbaar moeten zijn met die van het vorige paar.

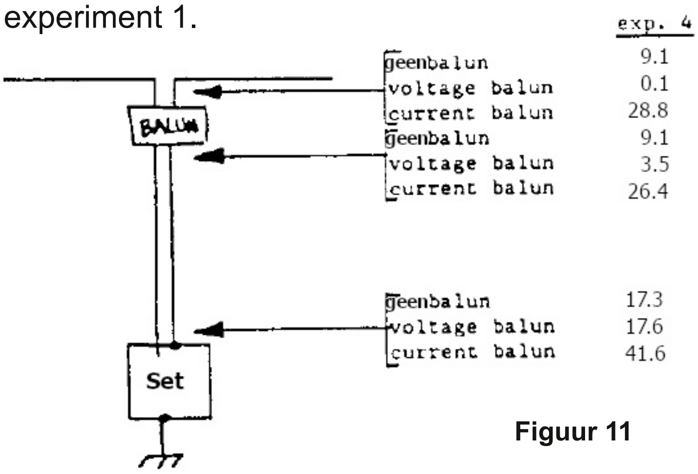


Figuur 10

Zonder balun waren de resultaten gelijk aan die van experimenten 1 en 5 (de test zonder balun werd niet opnieuw uitgevoerd). Met de stroombalun waren de resultaten vergelijkbaar met die van experimenten 2 en 6, wat aangeeft dat coaxkabel kan worden gebruikt als gebalanceerde voedingslijn (op de manier die eerder is besproken) met een gebalanceerde of lichtelijk ongebalanceerde belasting. Deze gegevens wijzen ook op de mogelijkheid dat een stroombalun kan worden toegevoegd aan een bestaand antennesysteem aan de kant van de set, met resultaten die vergelijkbaar zijn met het plaatsen van de balun aan de kant van de antenne, in sommige gevallen althans. Dit zou zeker het proberen waard zijn in systemen waar de symptomen wijzen op de noodzaak van een balun, maar waar de antenne zelf moeilijk bereikbaar is. Met de symmetrische antenne

zorgde de spanningsbalun ervoor dat de balans aan beide uiteinden van de voedingslijn slechter werd dan zonder balun. De gebalanceerde poort van de spanningsbalun ziet twee ongelijke impedanties ten opzichte van aarde: de coaxiale middengeleider, die eindigt in de ene dipoolhelft, en de coaxiale afscherming die eindigt in de andere. De buitenmantel kan uitstralen, maar de binnenste geleider niet, en die twee hebben verschillende diameters, wat de verschillende impedanties verklaart. De spanningsbalun genereert geheel voorspelbaar ongelijke stromen in de verschillende impedanties, waardoor extra stroomonbalans ontstaat. De spanningsbalun werd in deze toepassing niet getest met een asymmetrische dipool, omdat deze balun duidelijk inferieure resultaten had laten zien, zelfs met een symmetrische dipool.

Dan experiment 4: zie figuur 11. De dipool was symmetrisch. De spanningsbalun was verbonden met de gebalanceerde poort richting de antenne. Net als bij experimenten 3 en 7 was dit bedoeld om de overeenkomst tussen de prestaties van de twee soorten voedingslijnen te testen, met de voorwaarde dat alle andere omstandigheden en verbindingen hetzelfde zijn. Als de twee voedingslijnen hetzelfde werken, moeten de resultaten dezelfde zijn als die van experiment 1.



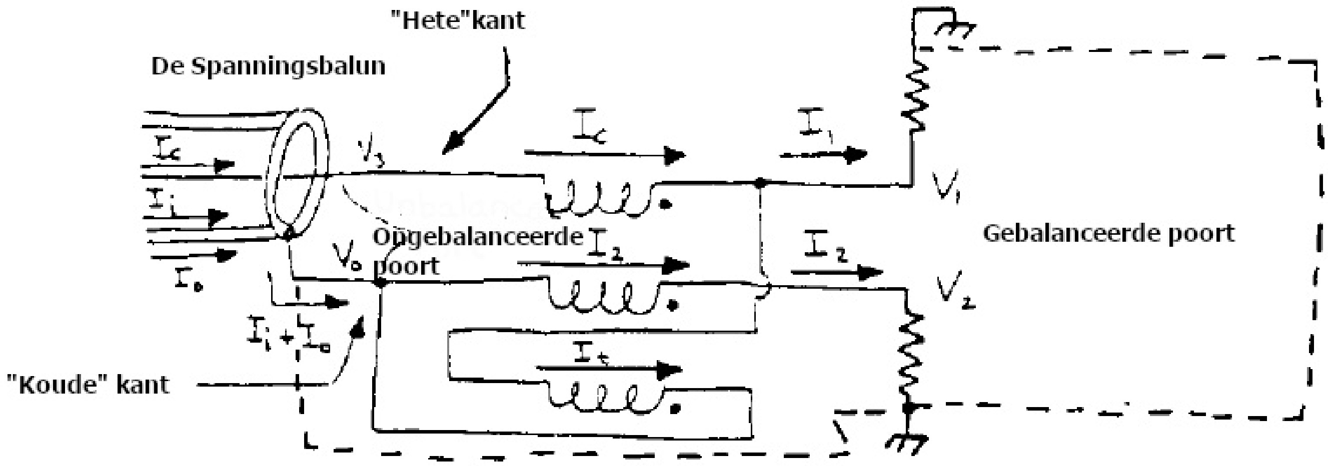
Figuur 11

Het resultaat: de stroombalun geeft opnieuw de voorspelde resultaten, behalve dat hij veel betere resultaten bij de set laat zien ten opzichte van experiment 1. De spanningsbalun gaf daarentegen een opvallend slechtere balans bij de antenne en aanzienlijk slechtere prestaties aan de antennekant van de voedingslijn, vergeleken met helemaal geen balun. Als de antenne volledig symmetrisch zou zijn, zou er geen stroomonbalans aan het ingangseinde van de spanningsbalun moeten zijn, maar met de matige (onbedoelde) onbalans die door mijn gemaakte antenne wordt gepresenteerd, was de stroombalans op de voedingslijn ernstig verslechterd. Deze configuratie zal in de praktijk waarschijnlijk niet worden gebruikt, maar laat de werking van de baluns en voedingslijnen zien.

Hoewel sommige aspecten van mijn experimenten nog moeten worden verklaard (zoals altijd tenzij ze onder extreem gecontroleerde omstandigheden worden uitgevoerd), ondersteunen ze zeker de theorie. De stroombalun gaf een superieure balans op elk gemeten punt in elk experiment. De spanningsbalun verbeterde in de meeste gevallen de balans, wat verklaart waarom ze nog gebruikt worden ondanks de theoretisch en experimenteel aangetoonde superioriteit van de stroombalun om de problemen te verhelpen die we hebben besproken. Zoals altijd levert het vinden van de antwoorden op vragen nog meer vragen op.

Is er een optimaal punt in de voedingslijn om een balun te plaatsen? Stel dat de effectieve afstand van de antenne naar de aarde een geheel aantal halve golflengten is, en dat de balun een kwart golflengte onder de antenne is geplaatst, zoals soms wordt aanbevolen. Zou de onbalansstroom dan niet net zo groot zijn als zonder balun? Zou de geïnduceerde stroom, indien aanwezig, worden verminderd? Wat is het effect van een slechte coaxiale afscherming?

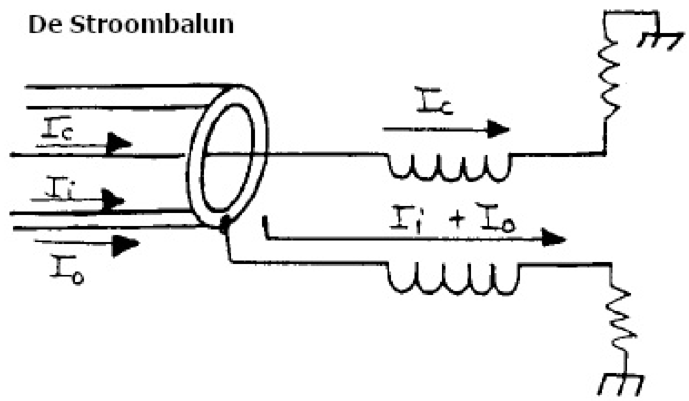
Zoals je ziet, is een balun niet vanzelfsprekend en lost niet altijd alle problemen op. Wat de experimenten wel hebben aangetoond, is dat een stroombalun veel betere resultaten geeft dan een spanningsbalun. Aan de experimenten kan je ook zien wat de beste plek is voor een balun voor een optimale balans van de voedingslijn, en dat is essentieel om straling van de voedingslijn te voorkomen", besloot Opa zijn verhaal. Pim knikte en vroeg: "Hoe ziet dat er theoretisch dan uit?" Opa keek Pim even aan



over zijn bril, en zei: "Ik zal je laten zien waar een spanningsbalun de mist in gaat. Maar dan moet je goed kijken wat er gebeurt met de spanningen en stromen.

Om te beginnen de spanningsbalun. Vanwege het transformatorgedeelte is V1 - V3 = V2 - V0 = V0 - V1. De derde term is het gevolg van de "tertiaire" wikkeling die onderaan getekend is. Herschikken van de laatste twee termen geeft V2 - V0 = -(V1 - V0). Dus ten opzichte van V0 (de spanning aan de koude kant van de ongebalanceerde poort), zijn de spanningen op de gebalanceerde poort gelijk en tegengesteld. De stroom It die in de tertiaire wikkeling loopt is, als je goed kijkt, -(Ii + I0 - I2) en ook (Ic - I1), dus -(Ii + I0 - I2) = (Ic - I1). Vanwege de eigenschap van coaxkabel die eerder in mijn verhaal is besproken, is Ii = -Ic, dus Ic - I0 + I2 = Ic - I1; dus I0 = I1 + I2. Dus om de stroom aan de buitenkant van de afscherming, I0, nul te laten zijn, moeten de belastingsstromen I1 en I2 gelijk en tegengesteld zijn. Aangezien V1 en V2 gedwongen worden gelijk en tegengesteld te zijn ten opzichte van V0, is de enige manier waarop I1 en I2 aan deze eis kunnen voldoen, als de impedanties aan elke kant van de gebalanceerde poort naar de koude kant van de ongebalanceerde poort gelijk zijn. Alleen een perfect gebalanceerde belasting veroorzaakt dus geen stroom aan de buitenkant van de coaxkabel. Ironisch genoeg, als deze siuatie inderdaad optreedt, is de stroom It = 0, en vervult de tertiaire wikkeling geen functie...

Kijken we naar de stroombalun. In een ideale transformator van twee wikkelingen met een gelijk aantal windingen, worden de stromen in de wikkelingen gedwongen gelijk en tegengesteld te zijn. Dus Ic = -(Ii + Io). Nogmaals, Ii = -Ic, dus Ic = Ic - Io, en dat betekent dat Io = 0. Dit resultaat is onafhankelijk van de belastings-impedanties. En aangezien de belastings-stromen de stromen door de windingen zijn, zijn ze ook gelijk in grootte en tegengesteld in fase.



Als de balun is gemaakt door een coaxkabel op een kern of als luchtkernspoel te wikkelen, of door ferrietkralen aan de buitenkant te rijgen, kan je de werking begrijpen door je te realiseren dat de binnenkant van de coaxiale kabel "niet kan weten" wat er aan de buitenkant gebeurt. De stromen aan de binnenkant - gelijk en tegengesteld - zijn onafhankelijk van de buitenkant, maar deze constructie veroorzaakt een hoge impedantie voor de stroom aan de buitenkant en werkt als een smoorspoel voor de onbalansstroom (vandaar de toepasselijke naam mantelstroom smoorspoel). Wordt de

smoorspoel met lintlijn gemaakt dan is het effect op de onbalansstroom hetzelfde en om dezelfde redenen, maar de werking is wat moeilijker voor te stellen. Volg je het nog?" Pim keek een beetje moeilijk door alle vergelijkingen, maar knikte toch bedachtzaam van ja. "Als ik het goed begrijp, is een stroombalun dus vrijwel altijd een beter idee dan een spanningsbalun", zei hij. "Klopt. Zie mijn experimenten, en de verschillen die optreden bij het plaatsen van de balun direct bij de antenne of direct achter de set. Nog 1 opmerking: ik hoor wel eens zeggen dat een End-Fed geen tegencapaciteit nodig heeft. Dat is niet waar: de End-Fed gebruikt de buitenmantel van de voedingslijn als tegencapaciteit. Maak niet de fout om een balun direct bij zo'n antenne te plaatsen, want dan werkt hij niet meer. Wat wel kan, is de balun plaatsen waar de kabel het huis binnenkomt, om instraling te voorkomen". "Bedankt Opa", zei Pim, nam zijn schema's weer mee en vertrok naar Opa's werkplaats om zijn stroombalun te gaan maken.

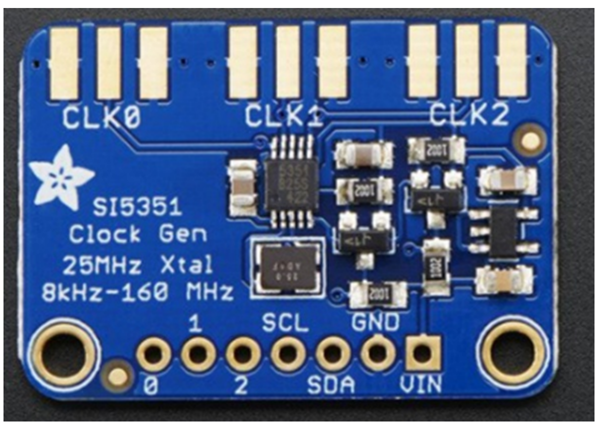
Hoe ik een WSPR zender bouwde – deel 3: Si5351 en de GPS module

Ruud Jongeling PE2BS

Het instellen van de Si5351

In deel 2 van deze serie hebben we gezien dat een gecodeerd WSPR signaal bestaat uit een array van 162 bytes met ieder een waarde tussen de 0 en de 3. De FSK modulatie bestaat uit 4 signalen op ongeveer 1,5 Hz afstand van elkaar. De tijdsduur dat ieder element uit de array wordt uitgezonden is ongeveer 683 milliseconden. De tijdsduur van één uitzending is dan 162 x 0,683 seconde ≈ 111 seconden. De oscillator die deze klus gaat klaren is de Si5351 en ze vormt samen met de Arduino Nano het hart van de WSPR zender.

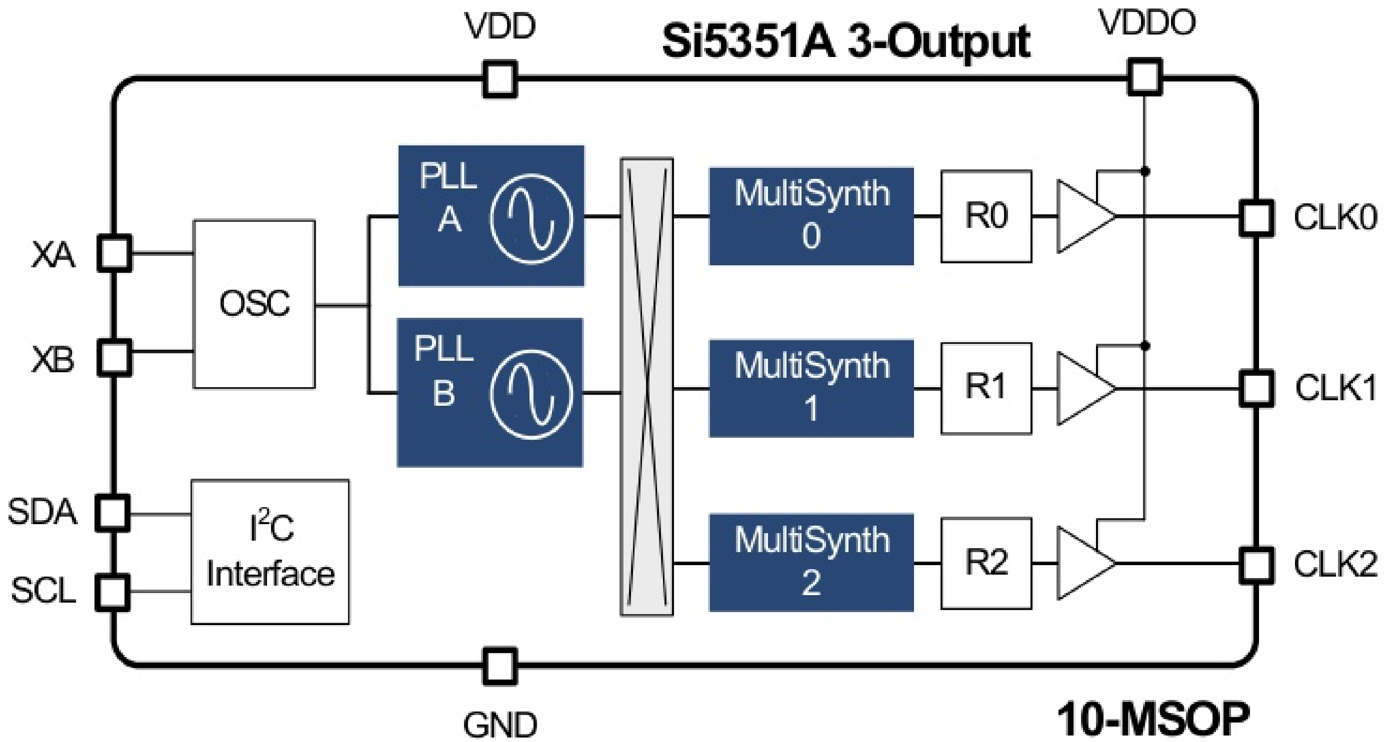
De Si5351A is een programmeerbare oscillator van 8 kHz tot 160 MHz met drie uitgangen. Het ic werkt op 3,3 V en vraagt een extern kristal van 27 of 25 MHz. Adafruit levert voor nog geen €10,00 de Si5351 gebruiksklaar op een breakout board met een 25MHz kristal. Op het boardje zit ook een level converter om de 5V I2C poorten van de Arduino Nano aan te passen op de 3,3V SDA en SCL poorten van de Si5351.



Afbeelding 3a: het bordje Si5351 van Adafruit

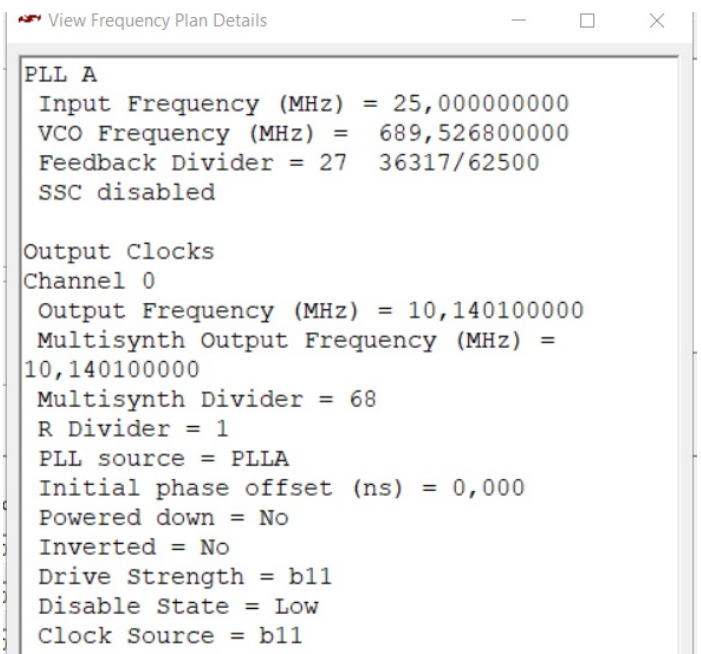
In het blokdiagram van de Si5351 op de volgende bladzijde is op de aansluitingen XA en XB het externe kristal van 25 MHz aangesloten. In PLL A en PLL B wordt dit oscillator signaal tot een hoge frequentie opgewerkt. Dit gebeurt door vermenigvuldiging met de Feedback Divider. Ik zag bij mijn berekeningen frequenties van rond de 700MHz. Vervolgens wordt deze hoge frequentie gedeeld door de Multisynth deler. Optioneel kan nog een keer extra gedeeld worden door de deler R maar dit gebeurt alleen wanneer frequenties in het kHz bereik nodig zijn. Dat was in mijn ontwerp niet het geval en daarom heeft R steeds de waarde 1.

Het instellen van de PLL' s en de bijbehorende delers verloopt via het I2C protocol en op grond van mijn ervaringen met het programmeren van de Si570 had ik me al voorbereid op een paar avondjes rekenen met Excell en bijbehorend spitwerk in de registers van de Si5351. Dat bleek allemaal niet nodig. De handleiding die bij het breakout boardje wordt geleverd verwees mij naar het programma Si5351 ClockBuiler Desktop van Silicon Laboratories waarmee de instellingen van de vermenigvuldig factor en de deler berekend konden worden.



Afbeelding 3b: het blokschema van de Si5351A met 3 uitgangen

Als voorbeeld hieronder in afbeelding 3c de instellingen die ik kreeg toen ik de Si5351 de frequentie van 10.14010000 MHz wilde laten



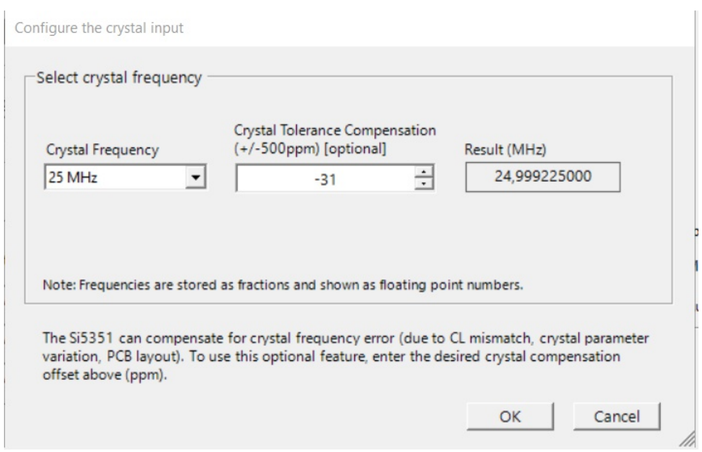

```
PLL A
 Input Frequency (MHz) = 25,000000000
 VCO Frequency (MHz) =  689,526800000
 Feedback Divider = 27  36317/62500
 SSC disabled

Output Clocks
Channel 0
 Output Frequency (MHz) = 10,140100000
 Multisynth Output Frequency (MHz) =
10,140100000
 Multisynth Divider = 68
 R Divider = 1
 PLL source = PLLA
 Initial phase offset (ns) = 0,000
 Powered down = No
 Inverted = No
 Drive Strength = b11
 Disable State = Low
 Clock Source = b11
```

maken. Bij Input Frequentie zie je de 25MHz staan van het externe kristal op het breakout boardje. Van de twee PLL's wordt PLL A aangegeven maar PLL B kun je ook gebruiken. De hoge frequentie die wordt opgewekt is 689,52680... MHz. De Feedback Divider bestaat uit een geheel getal en een breuk: $27\frac{36317}{62500}$

Vermenigvuldigen we de 25 MHz van het kristal met de Feedback Divider dan komen we inderdaad op 689,5268 MHz uit. De Multisynth Divider is 68. Delen we 689,5268 MHz door 68 dan krijgen we de gewenste 10,1401 MHz.

Als het goed is levert deze instelling in de praktijk ook de frequentie 10.140100 MHz maar die kans is klein. Door afwijkingen in het kristal is vaak een kleine correctie op de kristal-frequentie noodzakelijk. Die correctie kun je opgeven in het venster waarbinnen je ook de kristalfrequentie kiest. Door uitproberen bleek in mijn geval een correctie van -31 nodig te zijn.



Afbeelding 3d: instellen van de kristalcorrectie

```
#include <asserts.h>                                  // library voor de Adafruit SI5351
#include <errors.h>                                   // library voor de Adafruit SI5351
#include <Adafruit_SI5351.h>                          // library voor de Adafruit SI5351
Adafruit_SI5351 clockgen = Adafruit_SI5351();
```

Listing 3a: installeren van de functies voor het instellen van de Si5351

Adafruit heeft een bibliotheek voor de Si5351 geschreven met daarin een aantal functies die het instellen van de Si5351 aanmerkelijk vereenvoudigd. Uiteraard moeten deze eerst in het programma geïmporteerd worden.

Voor het instellen van de oscillator zijn nu een aantal functies beschikbaar. In de listing voor de WSPR heb ik de volgende functies gebruikt:

- clockgen.begin();

Deze functie wordt in void setup() opgenomen. Met deze functie wordt de Si5351 bij het programma aangemeld.

- clockgen.enableOutputs(true);

Zet de uitgangen van de oscillator met true aan en met false uit.

- clockgen.setupPLL(SI5351_PLL_x, f.int, f.teller, f.noemer);

Deze functie stelt de vermenigvuldigfactor bij de PLL A of PLL B in.

Si5351_PLL _x: geeft aan welke PLL moet worden ingesteld PLL_A of PLL_B.

f.int: het gehele getal van de Feedback Divider.

f.teller: de teller van de Feedback Divider.

f.noemer: de noemer van de Feedback Divider.

- clockgen.setupMultisynth(uitgang, SI5351_PLL_x, m.int, m.teller, m.noemer);

Deze functie stelt de deler na PLL A of PLL B in.

uitgang: de uitgang met het signaal die gebruikt wordt: 0, 1 of 2.

Si5351_PLL _x: geeft aan welke PLL moet worden ingesteld PLL_A of PLL_B.

m.int : het gehele getal van de Multisynth Divider.

m.teller: de teller van de Multisynth Divider.

m.noemer: de noemer van de Multisynth Divider.

Wil je een WSPR signaal uitzenden op 10.140100 MHz dan zal de Si5351 voor de waarden tussen 0 en 3 uit de array vier signalen op 1,5 Hz afstand moeten genereren:

0: 10.1401000 MHz
1: 10.1401015 MHz
2: 10.1401030 MHz
3: 10.1401045 MHz

Deze frequenties liggen zeer dicht bij elkaar en in de praktijk betekent dit dat alleen de teller en de noemer van de Feedback Divider veranderen. De Multisynth Divider is voor de vier frequenties hetzelfde. Ik besloot in het programma voor het instellen van de frequenties een structuur te formuleren waarin de integers van de Feedback Divider en de Multysinth Divider voor de 4 frequenties hetzelfde bleven. Voor de teller en de noemer van de Feedback Divider maakte ik een array van 4 elementen zodat voor ieder van de 4 frequenties aparte waarden mogelijk zijn. D0[0..3] is de teller en D1[0..3] de bijbehorende noemer.

```
struct si_data{
  byte F;
  int M;
  long D0[4];
  long D1[4];
}Si;
```

Listing 3b: de structuur voor het instellen van de Si5351

Omdat voor de frequenties in de 160 meter band een Multisynth Divider grote dan 255 nodig was kreeg de variabele M het type integer. Bij alle banden bleek de Multisynth Divider een geheel getal te zijn. Voor iedere frequentie heb ik uitgezocht welke Dividers van toepassing waren. In listing 3c zie je het voorbeeld van de 30 meterband.

```
case 4:                                            // 10.140100
  offset = random(10,30);
  Si.F = 27;
  Si.M = 67;
  Si.D0[0] = 36371 + offset;
  Si.D1[0] = 62498;
  Si.D0[1] = 145485 + 4*offset;
  Si.D1[1] = 249992;
  Si.D0[2] = 72743 + 2*offset;
  Si.D1[2] = 124996;
  Si.D0[3] = 145487 + 4*offset;
  Si.D1[3] = 249992;
break;
```

Listing 3c: toewijzen van de waarden aan de verschillende variabelen

```
void Zenden(void)
{
  byte tl=0, dummy;

  clockgen.enableOutputs(true);                              // uitgangen van de Si5351 aanzetten
  do
  {
    EEPROM.get(050+tl,dummy);                                // ophalen data voor zenden uit EEPROM
    clockgen.setupPLL(SI5351_PLL_B, Si.F, Si.D0[dummy], Si.D1[dummy]);
    clockgen.setupMultisynth(1, SI5351_PLL_B, Si.M, 1, 1);   //Si5351 instellen
    delay(683);                                              //683 millisec. voor de tijdsduur van 1 bit.
    tl++;
  } while((tl<162)&&(digitalRead(9)));
  clockgen.enableOutputs(false);                             // uitgangen van de Si5351 uitzetten
}
```

Listing 3d: de functie die het zendsignaal creëert

Op de functie van de variabele offset en de random() functie kom ik later terug. De teller van de Feedback Divider wordt vastgelegd in Si.D0[0..3], de noemer in Si.D1[0..3]. Door de array van vier elementen kan ik de breuken voor de vier frequenties apart benaderen. De waarde die het hulpprogramma voor de Multisynth Divider aangeeft moet met één verlaagd worden.

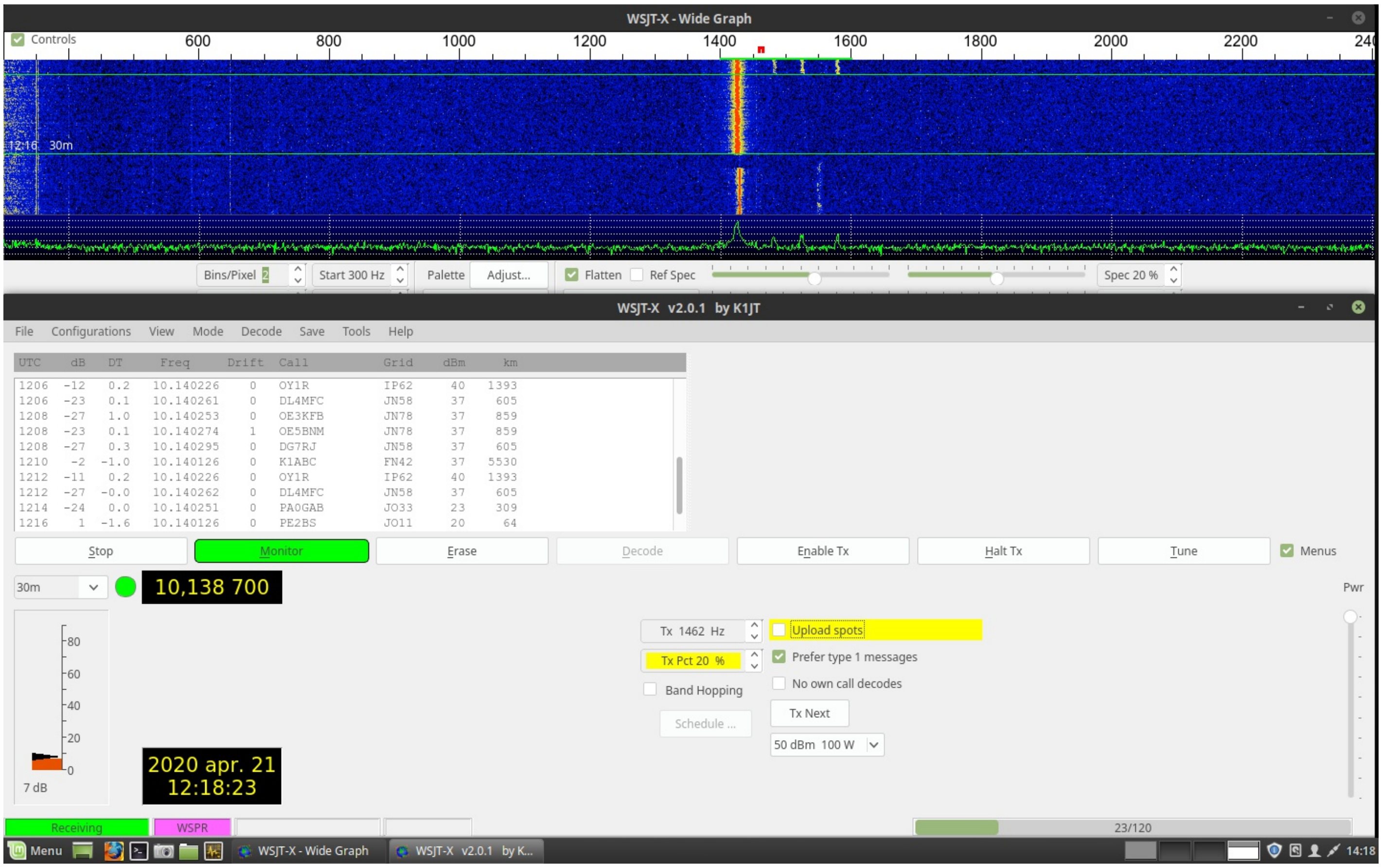
Het programma in de Arduino Nano kijkt op welke band wordt uitgezonden en kiest in een switch..case procedure voor de juiste invulling van de variabelen. De 30 meterband heeft binnen het programma de waarde 4 dus worden de waarden uit listing 3c aan de variabelen toegekend.

In de functie Zenden() wordt de array van 162 bytes met een waarde tussen de 0 en de 3 uit de EEPROM opgehaald en omgezet in één van de vier FSK signalen.

De functie Zenden start met het aanzetten van de uitgangen van de Si5351. Daarna volgt een do … while lus die 162 keer wordt doorlopen. In deel 2 van deze serie heb ik heb ik verteld dat ik de gecodeerde data in de array van 162 bytes heb vastgelegd in de EEPROM van de Arduino Nano. De eerste regel van de lus haalt met EEPROM.get een byte van de array uit de EEPROM en wijst de waarde van de byte (0...3) toe aan de variabele dummy. In de volgende regel wordt de Feedback Divider ingesteld waarbij de breuk (Si.D0 en Si.D1) afhankelijk is van de waarde die uit de EEPROM is opgehaald. Heeft dummy bijvoorbeeld de waarde 2 dan wordt de teller Si.D0[2] en noemer Si.D1[2] gebruikt om de frequentie te bepalen. De volgende regel in de listing geeft aan op welke kanaal van de Si5351 het signaal beschikbaar moet komen en stelt de Mutlisynth Divider in. Met delay(683); wordt de tijdsduur van iedere databit van het WSPR signaal ingesteld. Met tl++ wordt de volgende byte van de array aangewezen.

En dan is de vraag: werkt het ook? In de datasheet van de Si5351 wordt aangegeven dat het gebruik van gehele getallen voor de beide Dividers het schoonste signaal oplevert. Ik gebruik voor de Feedback Divider een breuk en volgens de datasheet kan dat jitter opleveren. De FSK modulatie met slechts 1,5 Hz afstand laat weinig jitter toe. Op een paar meter afstand van mijn ontvanger was het signaal goed te zien en leverde een goed gecodeerde vermelding op.

Er is een onderdeel dat nog niet besproken is: de variabele offset en de random() functie. Bij het toepassen van steeds dezelfde Dividers komt het zendsignaal ook steeds op dezelfde plaats in het 200 Hz brede WSPR-bandje. Dat is niet de bedoeling, de frequentie kan bijvoorbeeld al bezet zijn door een ander station. De variabele offset voegt een waarde aan de teller van de breuk van de Feedback Divider toe. Die wordt iets groter en de frequentie verschuift binnen het WSPR bandje. Hoeveel offset maximaal mag zijn, is bepaald door de breuk



Afbeelding 3e: het werkt!

met het hulpprogramma opnieuw uit te rekenen maar dan voor het einde van de band. De random() functie kiest willekeurig een getal binnen deze bandbreedte. Er zit een addertje onder het gras: niet altijd heb je voor de vier verschillende frequenties dezelfde noemers. Vandaar dat bij listing 3c de offset wordt vermenigvuldigd om alle vier de signalen evenveel te verschuiven.

De GPS-module

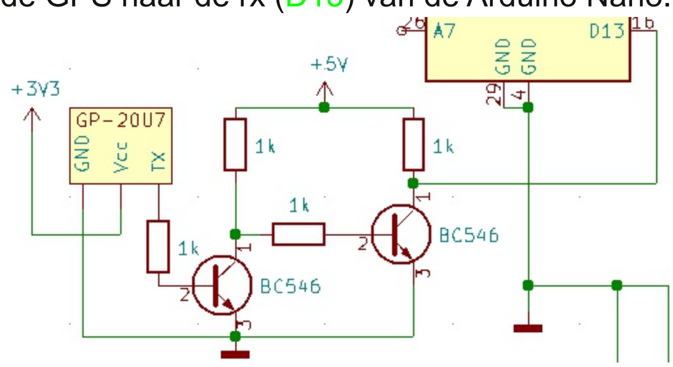
Het starten van een WSPR signaal luistert nogal nauw. Ik heb een GPS ontvanger aan het geheel toegevoegd om het uitzenden van de array automatisch op de seconde nauwkeurig te laten starten.

De GPS module die ik hiervoor gebruikt heb is de GPS Receiver - GP-20U7 (56 Channel) met geïntegreerde antenne. Deze bleek bij mij goed te voldoen maar heeft wel als nadeel dat de bovenkant van de kast waar de zender ingebouwd wordt niet van metaal kan zijn. De GPS module werkt op 3,3V en heeft een full duplex communicatie met een baudrate van 9600 maar in mijn module was alleen de tx bedraad.



Afbeelding 3f: GPS ontvanger GP-20U7

Omdat de Arduino Nano op 5V werkt en de GPS-ontvanger op 3,3V moest ik een level-convertor toepassen. Vanuit de ontvanger wordt alleen data uitgestuurd. Daarom werkt de levelconverter maar één kant op: van de TX van de GPS naar de rx (D13) van de Arduino Nano.



Afbeelding 3g: de level-converter

De GPS ontvanger stuurt een berg informatie naar de de Arduino Nano in de vorm van strings met daarin informatie in de vorm van tekst. De informatie in de string wordt gescheiden door komma's. Voor het aansturen van de WSPR zender is de string met RMC informatie van belang. Achter de RMC protocol header staat meteen een nauwkeurige tijdsaanduiding.

Name	Example	Units	Description
Message ID	$GPRMC		RMC protocol header
UTC Position	161229.487		hhmmss.sss

Afbeelding 3h: het format van de tijd in de $GPRMC- string

In de onderstaande afbeelding is te zien hoe de tijd in de $GPRMC-string wordt gezien door het programma. In dit voorbeeld was het 18:36:34 uur UTC.

```
$GPRMC,183634.00,A,5129.24948,N,00357.11957,E,0.066,,310520,,,A
```

Afbeelding 3i: voorbeeld van de tijd in de $GPRMC- string

In het programma wordt de GPS ontvanger gekoppeld aan software emulatie van de seriële communicatie.

```
#include <SoftwareSerial.h>                    // library voor software seriele poort
SoftwareSerial gpsSerial(13,14);               // gps toewijzen aan software SPI
```

Listing 3e: toewijzen ontvanger aan de software SPI

In de setup() van het programma wordt de communicatie met de GPS-ontvanger gestart.

```
gpsSerial.begin(9600);                         // communicatie GPS starten
```

Listing 3f: starten communicatie met GPS-ontvanger

Het voert te ver om hier de hele listing door te nemen, daarvoor verwijs ik naar de ino-file die je bij mij kunt aanvragen. De hoofdlijn van het GPS-deel van het programma geef ik hier wel weer:

- Met de opdracht gpsSerial.available() wordt nagegaan of er data in de seriële buffer aanwezig is.
- Indien dat het geval is wordt de buffer uitgelezen en in de array gpsdata[..] van het type char geplaatst tot de nieuwe regel ("\0") wordt gelezen.

```
tl=0;                                         // teller telt de bytes van de gps-buffer
while (gpsSerial.available()&&(bewerken==0))  // zolang de buffer beschikbaar is en er geen bewerking plaatsvindt
  {
     dummy = gpsSerial.read();                // byte lezen uit de buffer
     if (dummy != '\0' && (tl<80))            // controle voor einde string
     {
      gpsdata[tl] = dummy;                    // gelezen byte in array plaatsen
      tl++;                                  // volgende positie in gps array
     } |
     else
     {
      gpsdata[tl] = '\0';                               // string afsluiten
      bewerken=1;                                       // start bewerking voor tijdstring
     }
   }
```

Listing 3g: uitlezen serial buffer en data in array gpsdata plaatsen

- Daarna wordt ieder element van gpsdata[..] vergeleken met de array vergelijk[..] die de header "$GPRMC" bevat.

```
for (tl=0;tl<6;tl++)
  if(gpsdata[tl]==vergelijk[tl]) ok++;          // controle of het de tijdarray $GPRMC is
  if(ok==6)                                     // indien ja, gps data in de tijdstring voor lcd plaatsen
  {
    tijdstr[0] = gpsdata[7];
    tijdstr[1] = gpsdata[8];
    tijdstr[3] = gpsdata[9];
    tijdstr[4] = gpsdata[10];
    tijdstr[6] = gpsdata[11];
    tijdstr[7] = gpsdata[12];

    lcd.setCursor(12, 0);                      // cursor op lcd plaatsen
    lcd.print(tijdstr);                        // tijdstring afdrukken
```

Listing 3h: controle of de header $GPRMC is en zo ja tijd in array type char plaatsen

- Is dat het geval dan:
  - wordt de tijd uit de string gehaald en op de LCD display weergegeven,
  - wordt nagegaan of de tijdsaanduiding aanleiding geeft de zender in te schakelen.

Het lezen van de headers tot de string met "$GPRMC" voorbij komt en het daarna filteren van de tijd verliep niet zonder problemen. Het bleek noodzakelijk om een vertraging in het programma aan te brengen. De oorzaak daarvan is me niet duidelijk. Zelf denk ik aan problemen in de Arduino Nano met de timing bij het lezen uit de buffer van SoftwareSerial en het verwerken van de data. Het is mogelijk dat de problemen worden veroorzaakt doordat ik geen originele Nano maar een goedkope kloon gebruikt heb. In plaats van softwarematig de communicatie te emuleren kan natuurlijk ook de reeds aanwezige rx van de Arduino Nano gebruikt worden. Helaas leverde dit geen verbetering op. Uiteindelijk functioneert het allemaal wel zoals het hoort maar ik had graag begrepen waarom de vertraging essentieel is voor de juiste werking.

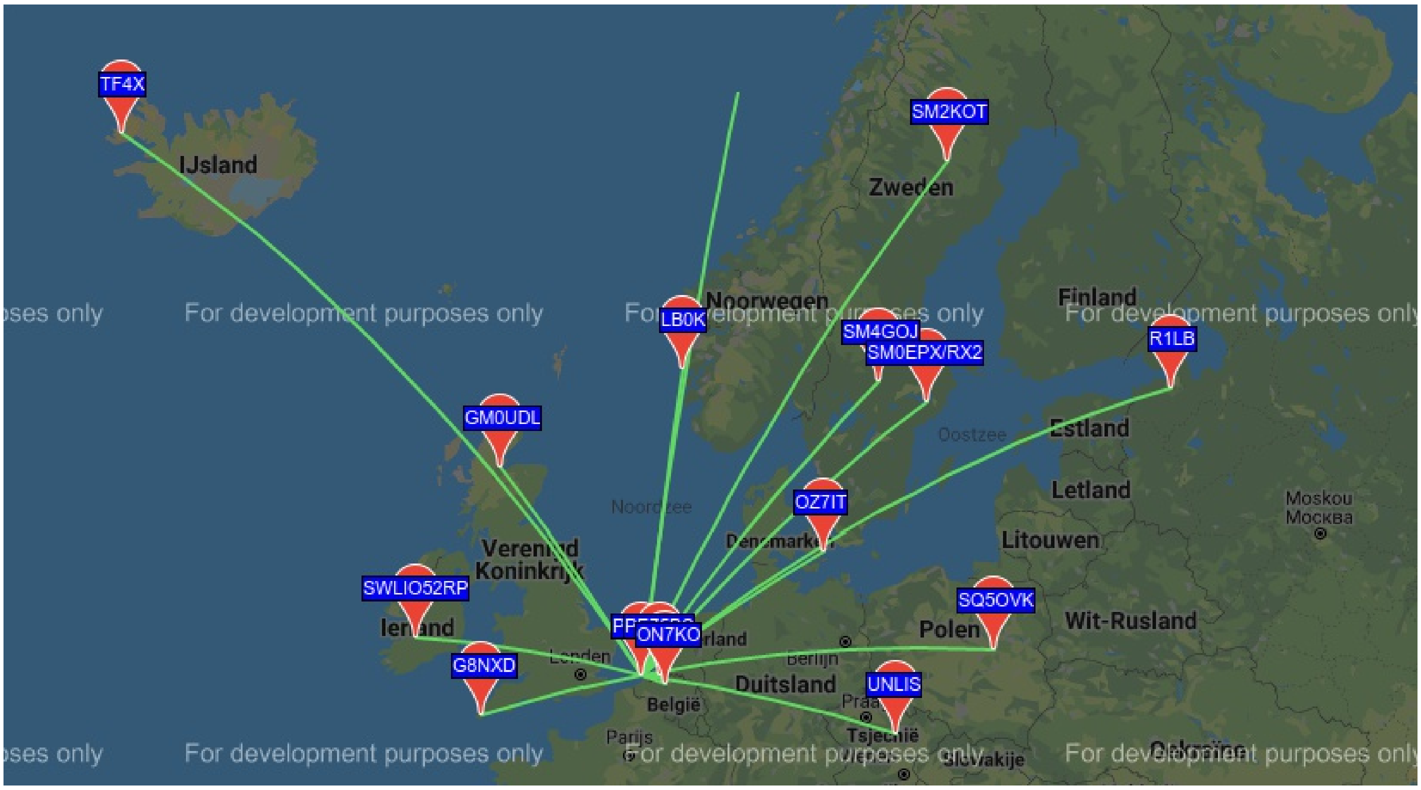
Tenslotte nog iets over de timing van de uitzendingen. De WSPR uitzendingen starten altijd op de even minuten en duren iets minder dan 2 minuten. Je kunt natuurlijk op alle even minuten een uitzending starten maar dat is niet de bedoeling. Zelf heb ik in het programma vier mogelijkheden ingebouwd: 1, 5, 10 of 15 keer per uur.

```
minuten = (tijdstr[3]-48)*10+tijdstr[4]-48;          // string met minuten omrekenen naar getal
if ((minuten%(60/aantal_tx))==0) tx=1;               // controle zenden aan
```

Listing 3i: berekenen starten met zenden

De tijd wordt in een array van het type char bewaard. De variabele tijdstr heeft het format: UU:MM:SS. In de eerste regel wordt het aantal minuten van de tijd omgezet in een getal en geplaatst in de variabele minuten. In de tweede regel wordt berekend of de zender aangezet moet worden. Eerst wordt uitgerekend om de hoeveel minuten de zender aangezet moet worden: 60 / aantal_tx. Stel je wilt 5 keer in een uur uitzenden. Dan moet de zender 60:5 = 12, dus om de 12 minuten aangezet worden. De zender gaat aan om 00, 12, 24, 36 en 48 minuten. Door te controleren of de berekening minuten modulo 12 ook 0 oplevert wordt bepaald of de zender aan moet en de variabele tx de waarde 1 moet krijgen.

Hiermee ben ik aan het einde van de serie over de bouw van mijn wspr zender gekomen. Het is fascinerend om te zien dat met slechts 1 Watt in een 8 m langdraad antenne op zolder het signaal in de 10 MHz-band door meerdere stations in Amerika wordt ontvangen. Ik laat de zender dan een hele dag en nacht aanstaan met 5 uitzendingen per uur en download later de gegevens van de website wsprnet.org. De kaart met verbindingen gebruik ik bij kortere uitzendingen om een beeld van de condities te krijgen.



Afbeelding 3j: de ontvangst op 30 meter overdag

In het eerste deel dat over de hardware ging heb ik laten zien hoe ik het een en ander heb opgebouwd en welke resultaten het heeft opgeleverd. In de twee daarop volgende delen heb ik voor de liefhebbers beschreven hoe ik het geheel heb uitgewerkt in het programma voor de Arduino Nano. Heb je belangstelling voor het programma, stuur me dan een mail: pe2bs@kpnmail.nl. Je ontvangt dan de ino-files retour.

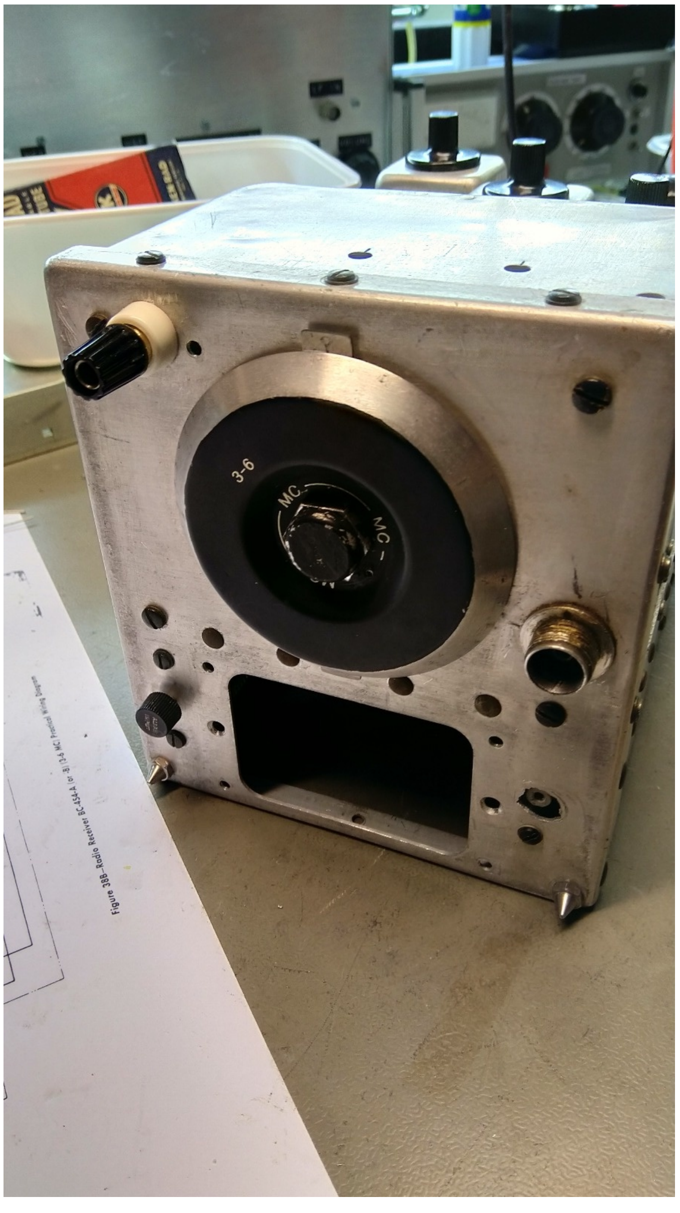
Tenslotte iets over de bronnen die ik gebruikt heb. Internet was erg behulpzaam, ik haalde daar onder meer de datasheets voor de Si5351 en de GP-20U7 vandaan. Naast de handleiding van Joe Tayler heb ik ook veel gehad aan het artikel “The WSPR Coding Process” van Andy Talbot. Daarnaast kan ik je het boekje “Programming Arduino, Next Steps” van Simon Monk aanraden. Voor HF schakelingen raadpleeg ik vaak “Experimental Methods in RF Design” van Wes Hayward e.a.

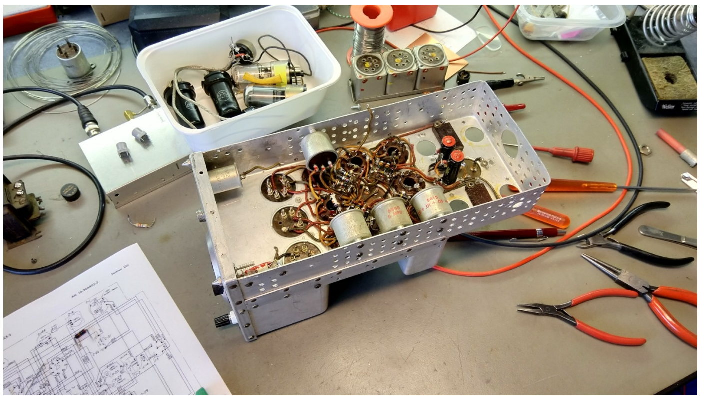
- “WSPR 2.0 User’s Guide” van Joe Taylor, K1JT:
  https://www.physics.princeton.edu/pulsar/K1JT/WSPR_2.0_User.pdf
- “The WSPR Coding Process”van Andy Talbot, G4JNT:
  http://www.g4jnt.com/WSPR_Coding_Process.pdf
- Datasheet Si5351: https://www.silabs.com/documents/public/data-sheets/Si5351-B.pdf
- Info breakout board Adafruit:
  https://cdn-learn.adafruit.com/downloads/pdf/adafruit-si5351-clock-generator-breakout.pdf
- Datasheet GP-20U7: https://cdn.sparkfun.com/datasheets/GPS/GP-20U7.pdf
- “Programming Arduino Next Steps – Going Further with Sketches”,
  Simon Monk – ISBN: 978-0-07-183025-6.
- “Experimental Methods in RF-Design”, Wes Hayward, Rick Campbell en Bob Larkin –
  ISBN: # 0-87259-879-9.

Ruud Jongeling
PE2BS / PE75BS

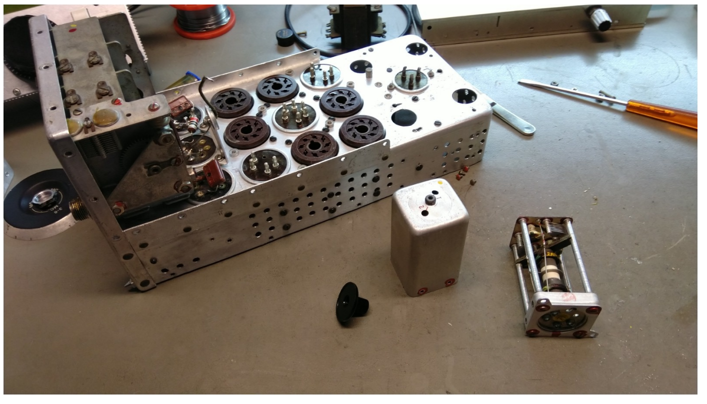
PA3CNO's Blog

Lekker bezig allemaal vanwege de Corona ophokplich? Ik zie in onze RAZ app in elk geval een heleboel experimenten, bouwwerken en andere radio-activiteiten voorbij komen. Mans bijvoorbeeld was in september bij Cor Moerman (museum Jan Corver) langs geweest en had ook nog even in de opslag geneusd. Daar vond hij een paar Command Set ontvangertjes (Command Sets of AN/ARC-5 zaten o.a. in de B-17, B-25 Mitchel en in B-29 bombers) waaronder een BC-454; een 3-6 MHz RX in enorm veramateuriseerde staat. Ondanks het ontbreken van essentiële en heel moeilijk verkrijgbare onderdelen heeft hij besloten dit ontvangertje op te knappen naar zo veel mogelijk originele staat.





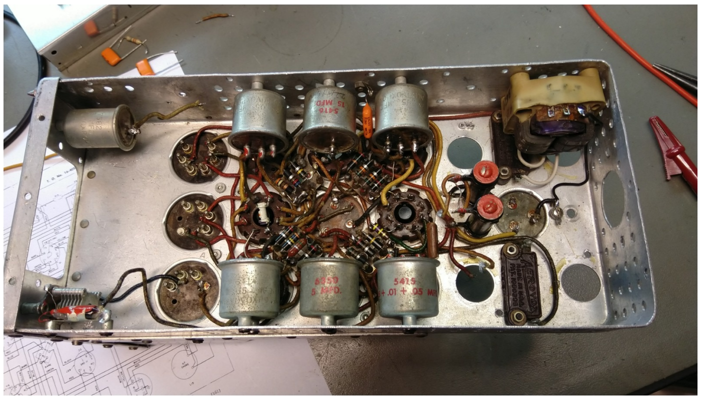
Er ontbrak wel het een en ander. BFO spoel, AF en RF smoorspoel, condensatoren, etc. Op de foto is het ding al schoongemaakt. Alle losse onderdelen zijn verwijderd, met name de IF-spoelen, en daarna is het restant onder de kraan gewassen met Dasty en oude tandenborstels.



Mans verwachtte een zoektocht naar onmogelijk verkrijgbare onderdelen maar dat liep wonderwel vlot. Een oproep op het Oude Radioforum leverde al snel resultaat en en al heel snel kon hij in Hilversum de ontbrekende spullen voor niets ophalen. Voor 2 tientjes kreeg hij er ook nog een slopertje bij (hoewel daar ook wel wat van te maken is volgens Mans).

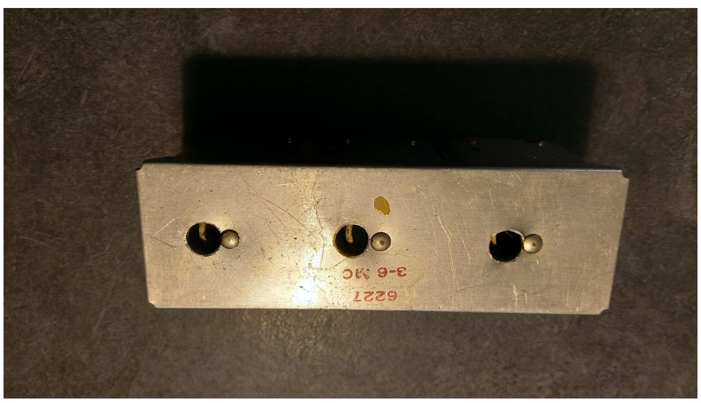


Al gauw had hij het audio en detectie circuit weer in orde. De radio heeft een hoogohmige IS uitgang en bij ontbreken van de originele trafo had hij er een 800Ω versie uit een oude Philips omroepdoos ingezet. Frequentie van 1415 kHz met 1kHz gemoduleerd injecteren op de laatste IF trafo gaf al een mooie pieptoon.



Maar na het ophalen van de ontbrekende onderdelen beschikte hij dus over de originele trafo (4000Ω uit), BFO spoel, smoorspoelen en een ongehavende RF-Spoel set (in die van Mans waren 3 gaten geboord) en een afstemschaaltje met opdruk, want bij Mans was dat kaal geschuurd.

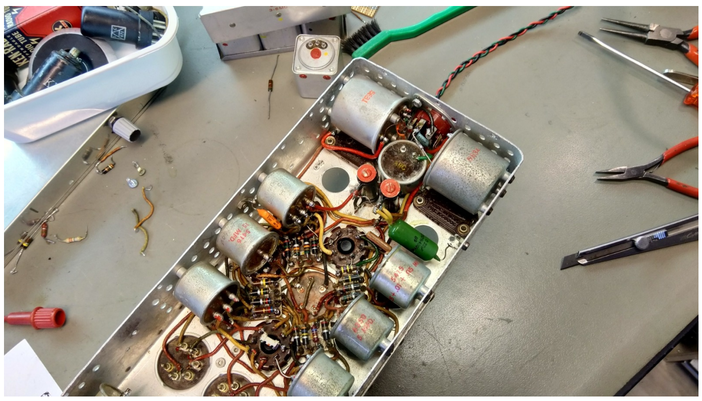




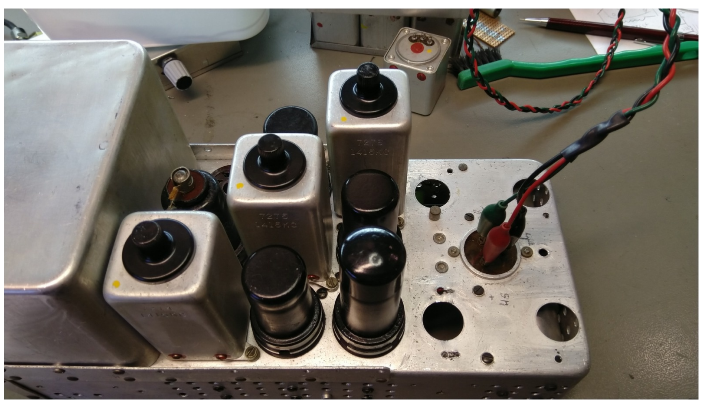
Heel apart is het neonlampje over de primaire wikkeling. Bij spikes in het audio (b.v. als je via een los draadje signaal aanbiedt en dat kraakt een beetje dan zie je de neon oplichten). Zal een bescherming voor de oren zijn als je met je vliegtuig last van static hebt.

De voeding en LF werden weer teruggebracht naar de originele staat. Een aantal defecte C's (de potjes aan de zijkant) zijn voorzien van nieuwe inhoud. De originele C's zijn gevuld met bijenwas en dat is na 75 jaar chemisch gaan reageren met de papier/folie C's waardoor deze allemaal lek zijn. Mans heeft lekstromen tot 10mA gemeten op zijn C-tester (Zie de RAZzies van december 2017).

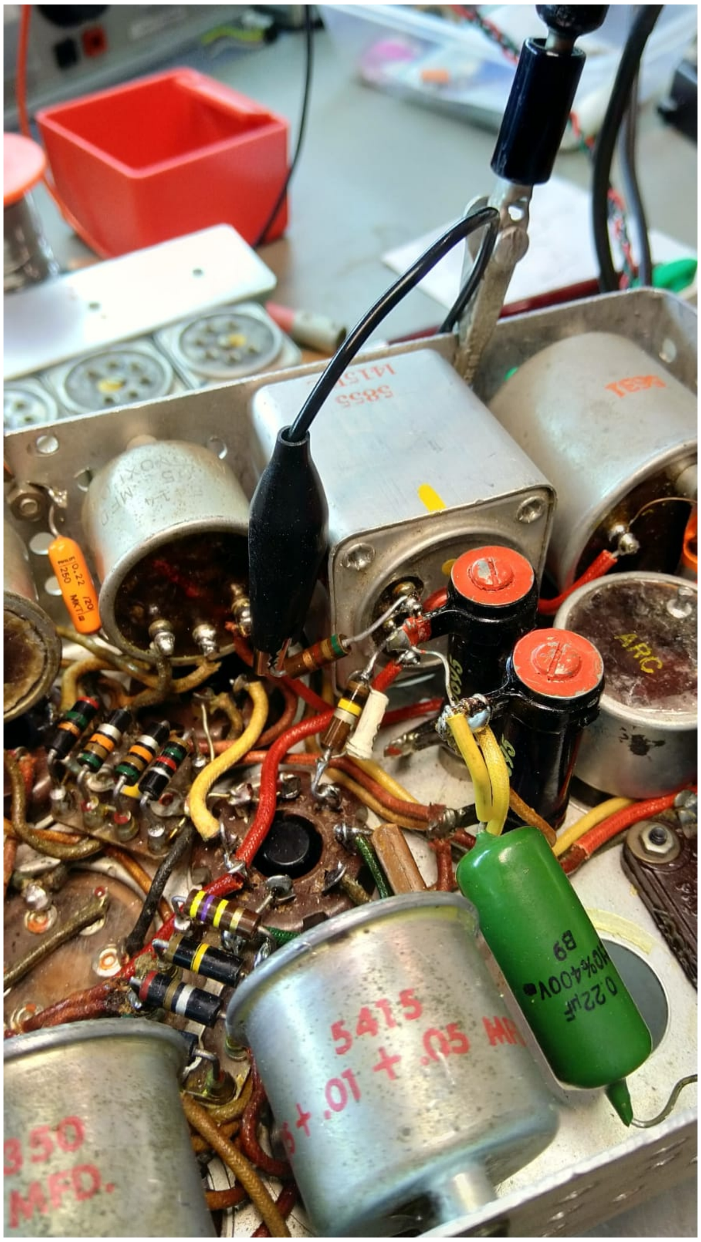
Mans werkte van achter naar voren zodat er steeds een trap getest kon worden. De IF, detectie en LF bleken weer helemaal in orde. Normaal zit achterop een connector van Mica waarmee de ontvanger in een mounting wordt aangesloten. Deze ontbrak, maar is ook niet handig bij gebrek aan een mounting. Mans heeft er een octal buisvoet ingezet, deze heeft exact dezelfde maat.



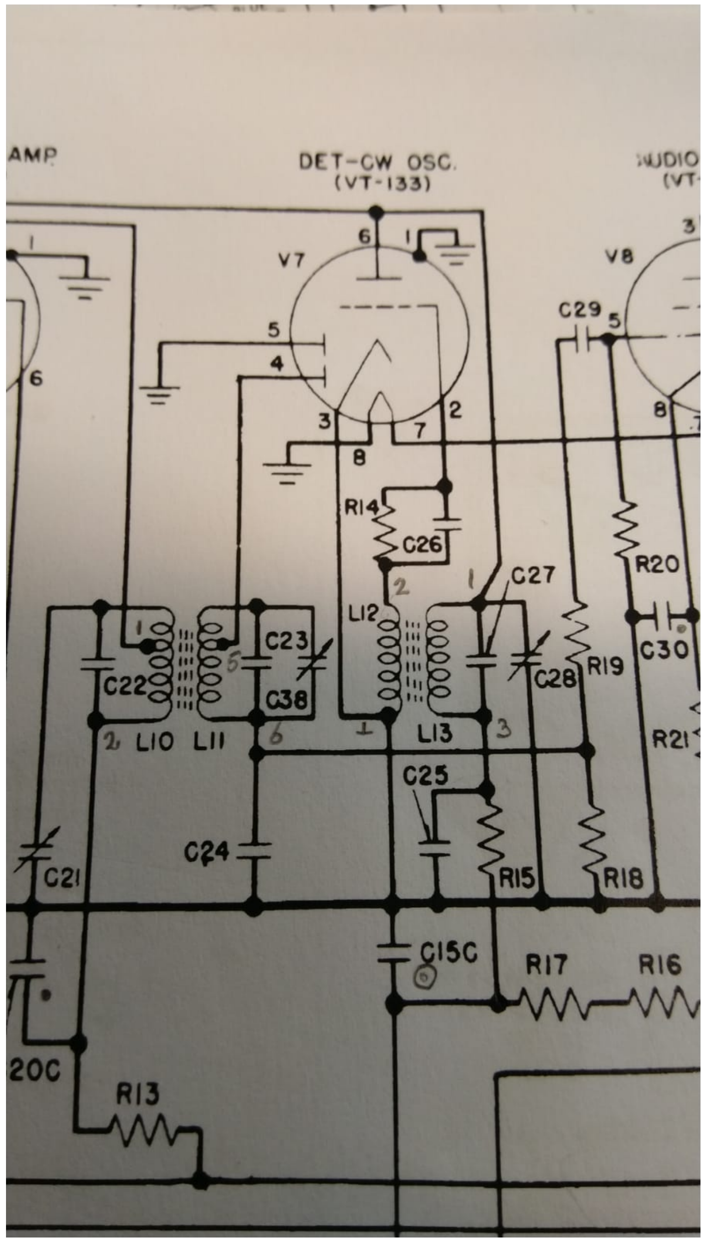
Linksboven de LF trafo, rechtsboven de AF smoorspoel in de voeding, ertussenin de RF-smoorspoel. Een C-potje met 2 x 0,22uF ontbreekt nog en is vervangen door een Philips C (rechts, groen) en een kleintje links (oranje).



Rechtsonder op de laatste foto van de vorige bladzijde zie je de AF eindbuis (12A6), daarboven detectie en AGC diodes plus triode voor BFO (12SR7) middenboven en onder de beide IF buizen (12SK7). De 3 metal cans zijn de IF trafo's (1415 kHz)

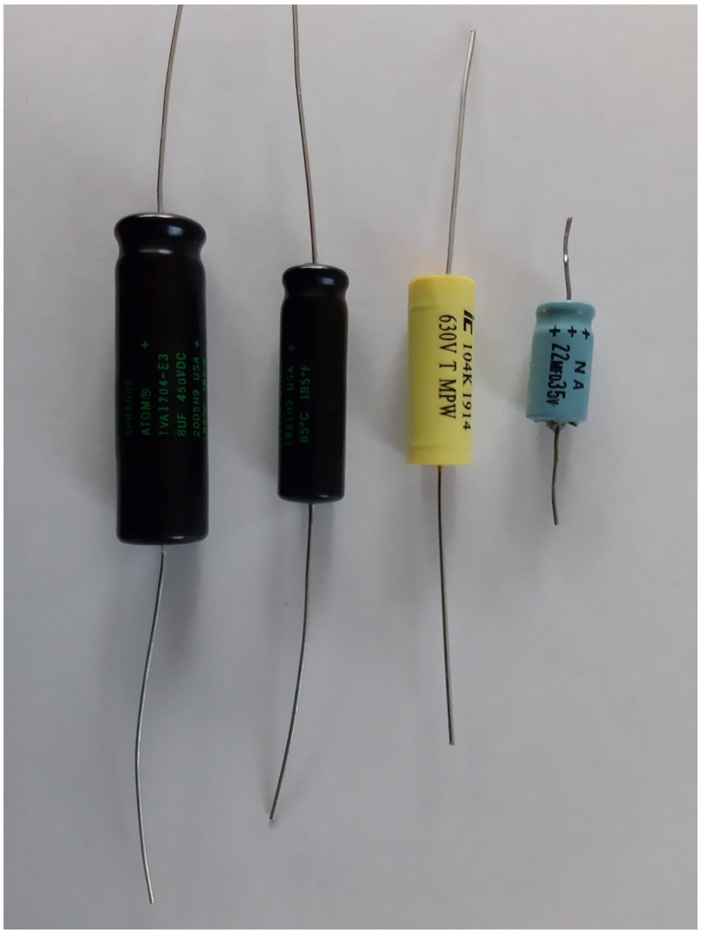


Op de foto hierboven is de BFO spoel ingebouwd. De BFO is opgebouwd rond een triode van het type VT-133, zie het schema rechts boven aan de pagina. De spoel bestaat uit L12 en L13. De voeding komt via weerstand R15. Door het knooppunt R15 - R17 aan massa te leggen schakel je de BFO uit.



De ontvangst is goed; hij is erg gevoelig. Op een schroevendraaier ontvang je al amateurs. Zie het resultaat op https://youtu.be/yWIoOrlfLpU

Zelf ben ik weer een stukje verder met mijn Paraset. De activiteiten van de afgelopen maand lagen in het "verouderen" van een aantal condensatoren. In zo'n historische set horen nu eenmaal geen polyester condensatoren en moderne elco's. Dus moest ook hier een list verzonnen worden om deze condensatoren te verouderen. Op de volgende bladzijde zie je met welke condensatoren ik aan de gang moest.



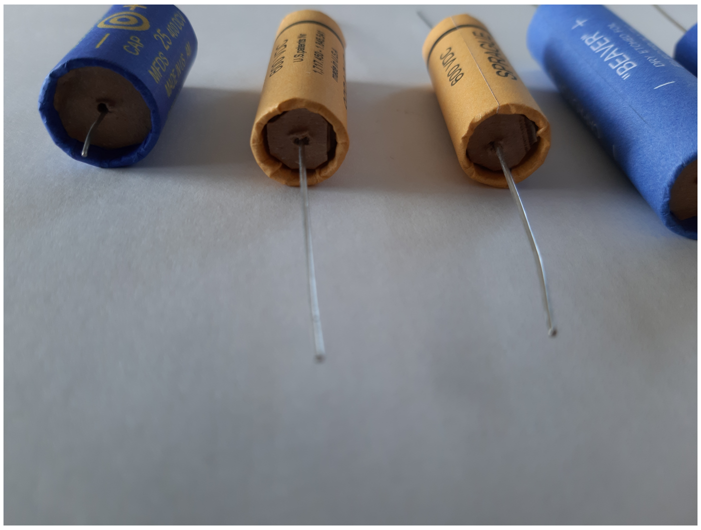
Van links naar rechts een elco van 8uF 450V, een elco van 2uF 450V, een condensator van 100n 630V en een elco van 22uF 35V. Bij de Bouwhof kocht ik twee stukken koperen buis van een halve meter: één met een buiten-diameter van 12mm, en één met een buitendiameter van 15mm. De 100n condensator gaat in een 12mm buisje, de andere condensatoren gaan in een 15mm buisje. De buisjes werden zo afgezaagd dat ze aan elke kant van de condensator 5mm uitstaken - in het totaal dus 10mm langer dan de condensator waar hij voor bedoeld is. Via het Paraset-bouwers circuit kreeg ik een bestand met labels van oude condensatoren: Sprague, Valdex, Beaver, Cornell Dubilier, Mallory - noem maar op; in FrontDesigner formaat, het programma dat ik al jaren gebruik voor het ontwerpen van frontjes en meterschalen. Ik printte een aantal labels naar keuze uit op stickerpapier, die op hun beurt weer aan elke kant 5mm buiten de buisjes uitstaken. Na het uitknippen van de labels rolde ik de buisjes over de sticker zodat ze perfect om de buisjes zaten. Eerst de



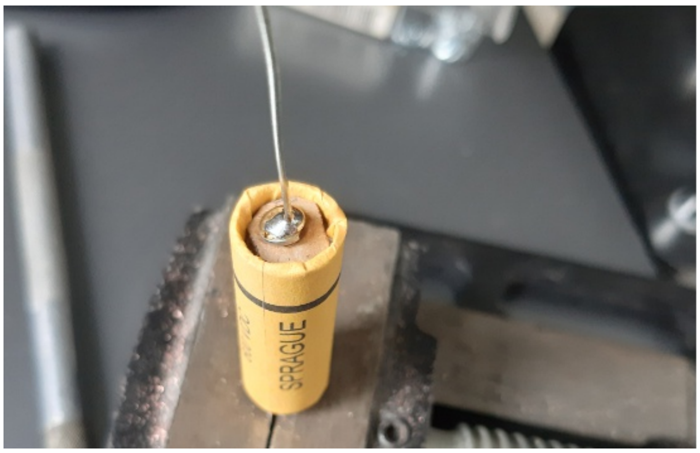
condensator plaatsen, en daarna de uiteinde van de sticker naar binnen vouwen in het buisje.



Ziet er al goed uit, nietwaar? Vervolgens knipte ik uit een van de kartonnen doosjes van de Ali-stapel rondjes die in de buisjes passen. Gaatje in het midden prikken, en vervolgens de kartonnen rondjes voorzichtig in de buisjes drukken zodat die de condensator op zijn plaats houdt en meteen centreert als de condensator kleiner in diameter is dan zijn buisje,



Vervolgens werd de condensator in de bankschroef gezet, en legde ik een M3 veerringetje om het uiteinde, om die vervolgens op te vullen met soldeer. Dat suggereert de originele aansluiting van de condensator.



Ik had bij een winkeltje in keukenproducten een au-bain-marie pannetje gekocht en bij een natuurwinkel een blok bijenwas. De bijenwas werd gesmolten in het pannetje dat in kokend water hing, en ik begon de bewerking door met een breed penseel een dunne strook bijenwas over de condensator heen te strijken. Dat beschermt het papier tegen vocht en geeft meteen de oude "look". De condensator werd weer in de bankschroef gezet en de uiteinden werden volgegoten met bijenwas. Het resultaat was een setje "oude" condensatoren die niet misstaan in de Paraset.



Volgende keer hoop ik weer meer voortgang te kunnen melden over de Paraset. Hij is nu wel zover dat er spanning op kan, dus "Stay Tuned".



Afdelingsnieuws

Tja, wat kan je nog melden, behalve Corona ellende. Gelukkig staan onze activiteiten niet stil. De oproep om de interesse voor Gert's radio te melden was niet aan dovemansoren gericht. Een overweldigend aantal amateurs heeft zich gemeld. Maar de ontwikkeling van de radio heeft niet stil gestaan. Gert heeft de radio inmiddels ook getest met een Si4732 chip in plaats van de Si4735, en die werkt net zo goed. Daarnaast is hij bezig met een extra Si5351 om de BFO functionaliteit te verbeteren. Daarom willen we de print geschikt maken voor zowel de Si4732 als de Si4735 chip, en daarnaast rekening houden met een opsteek-printje om de Si5351 uitbreiding te kunnen faciliteren. Dat is momenteel onderhanden werk en zodra dat gereed is, zullen de printen beschikbaar gemaakt worden.

Op 14 oktober j.l. werd uw scribent uitgenodigd op het QTH van Bart PA3HEA voor een verrassing: het bleek dat de RAZ WhatsApp groep een huldiging had georganiseerd als dank voor de inspanningen voor de club, zoals het schrijven van dit blad. Door de crisis kon dit niet met een groot gezelschap, dus waren we netjes met zijn drieën: Bart, Wim PE1PWR en ondergetekende. Namens de groep (en PA1JOS) werd een cadeaubon van Conrad aangeboden, plus een "kratje" met speciale biertjes en een glas met daarop een seinsleutel en mijn call in phone en CW erop gegraveerd.





Mijn drive om dit blad te schrijven is dat ik graag andere amateurs wil aansporen om dat de doen waarvoor wij in beginsel onze machtiging hebben verkregen: experimenteren, ontdekken, bouwen, inspireren. Dat door niet alleen dingen te presenteren, maar ook de achtergrond van een schakeling te beschrijven, uit te leggen hoe het werkt en waarom het zo werkt, en hoe je zelf eventueel aanpassingen kunt doen of de ontwerpen gebruiken als basis voor je eigen ideeën. Dat is waar ik mijn voldoening uit haal.



Natuurlijk helpt het enorm als andere amateurs eveneens hun activiteiten met mij delen, omdat elke activiteit het vermelden waard is waar het om het inspireren van andere amateurs gaat. Ook de dialoog is een uitstekende methode om tot nieuwe of andere inzichten te komen. Dat is ook de kracht van onze vereniging: het samen werken aan oplossingen. Deze blijk van waardering wordt zeer op prijs gesteld, en ik wil bij deze alle deelnemers nogmaals hartelijk danken voor deze geste. Ik hoop nog lang inspiratie te houden om dit blad te kunnen en mogen schrijven. Hopelijk kunnen we elkaar snel weer zien in een ouderwets eyeball QSO.